

**РОСЖЕЛДОР**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Ростовский государственный университет путей сообщения»

(ФГБОУ ВО РГУПС)

**БАКАЛОВ**

**Максим Владимирович**

**РЕСУРСООРИЕНТИРОВАННОЕ РАЗВИТИЕ ТРАНСПОРТНОЙ  
СИСТЕМЫ ЮЖНОГО РЕГИОНА**

Диссертация

на соискание ученой степени

кандидата технических наук

по специальности:

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

Научный руководитель:  
доктор технических наук  
Колесников М.В.

Ростов-на-Дону

2019

## СОДЕРЖАНИЕ

Список сокращений и условных обозначений .....	4
Введение .....	6
1. Транспортная система юга России: проблемы и перспективы развития .....	13
1.1. Транспортный комплекс юга России в условиях развития рыночной конкуренции и кооперации .....	13
1.2. Развитие транспортной инфраструктуры за рубежом: основные тренды .....	23
1.3. Железнодорожный транспорт на современном этапе: структурное реформирование, задачи, ресурсы.....	34
1.4. Системный подход к исследованию взаимодействия и конкуренции видов транспорта в транспортной системе на современном этапе .....	39
1.5. Выводы по первой главе .....	45
2. Методы организации транспортных систем и управления перевозками .....	49
2.1. Единые технологии работы – системная основа перевозочного процесса .....	50
2.2. Транспортный полигон: задачи и особенности функционирования ...	61
2.3. Развитие методов мониторинга и анализа транспортных процессов ...	69
2.4. Транспортный полигон – техноценоз и кластер развития региональной транспортной системы .....	78
2.5. Выводы по второй главе .....	86
3. Инструментарий исследования и моделирования деятельности участников перевозочного процесса в регионе .....	88
3.1. Особенности применения PEST- и SWOT-анализа к исследованию транспортных полигонов .....	88

3.2. Морфологический анализ ресурсоориентированного развития транспортной системы Южного региона .....	94
3.3. Математические модели организации деятельности предприятий транспортной системы Южного региона .....	99
3.4. Развитие методов согласования интересов хозяйствующих субъектов транспортного полигона .....	110
3.5. Параметризация накопительной системы Южного региона .....	121
3.6. Выводы по третьей главе .....	125
4. Практическая реализация результатов исследования в транспортной системе Южного региона .....	126
4.1. SWOT-анализ развития ТСЮР .....	126
4.2. Ценологический анализ Южного полигона железнодорожной сети .....	136
4.3. Развитие перевозочного процесса в Южном регионе на базе морфологической модели .....	141
4.4. Выводы по четвертой главе .....	154
Заключение .....	156
Список использованной литературы .....	159
Приложение 1 – Схема транспортных коммуникаций Южного региона РФ .....	175
Приложение 2 – Акты внедрения .....	176

## Список сокращений и условных обозначений, принятых в диссертации

БД – база данных;

ЕКТП – Единый комплексный технологический процесс;

ЕСТП – Единый сетевой технологический процесс;

ЕТП – Единый технологический процесс работы железнодорожной станции и примыкающих путей необщего пользования;

ЕТПП – Единый технологический процесс полигона;

ИСУЖТ – интеллектуальные системы управления на железнодорожном транспорте;

ИЛЦ – информационно-логистический центр;

ИНС – искусственные нейронные сети;

ИЭЛ – индекс эффективности логистики;

КТК – Каспийский трубопроводный консорциум;

ЛПР – лицо, принимающее решения;

ЛЦ – логистический центр;

МПС – Министерство путей сообщения;

НКПС – Народный комиссариат путей сообщения;

НПЗ – нефтеперерабатывающий завод;

НС – накопительная система;

ОАО «РЖД» – открытое акционерное общество «Российские железные дороги»;

ОИ – объект исследования;

ППК – пригородные пассажирские компании;

ПривЖД – Приволжская железная дорога – филиал ОАО «РЖД»;

ПП – признаковое пространство;

РА – регрессионный анализ;

РУ – район управления;

РЦКУ – региональный центр корпоративного управления;

СВП – система взимания платы;

СКЖД – Северо-Кавказская железная дорога – филиал ОАО «РЖД»;

СППР – система поддержки и принятия решений;

СРО – саморегулируемые организации;

ТАС – теория активных систем;

ТК – транспортный комплекс;

ТП – транспортный полигон;

ТРО – теория распознавания образов;

ТСЮР – транспортная система Южного региона;

ХС – хозяйствующий субъект;

ЦУП – Центр управления перевозками;

ЦУТР – Центр управления тяговыми ресурсами;

ЮВЖД – Юго-Восточная железная дорога – филиал ОАО «РЖД»;

ЮП – Южный полигон;

OLAP – технология комплексного многомерного анализа данных;

OLTP – транзакционная система;

PEST-анализ – анализ политических, экономических, социальных и технико-технологических факторов развития ОИ;

SWOT-анализ – анализ сильных и слабых сторон ОИ, его возможностей и угроз развития.

## Введение

**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 [1–3].

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 является 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 принимают 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 повышения 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. Батулин, 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 в полной мере реализовать России стратегические задачи национальной экономики, ее интеграцию в мировую. Высокая научно-практическая значимость этих задач для транспортной системы Южного региона России обусловили 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.

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 региональных транспортных систем.
4. Разработать совокупность технологий, обеспечивающих ресурсообеспеченное, конкурентоспособное функционирование как отдельных хозяйствующих субъектов, так и в целом транспортной системы Южного региона.
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 активных систем, оптимизации. Использованы 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 по развитию 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.

### **Внедрение результатов работы**

– 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.

## **1. Транспортная система юга России: проблемы и перспективы развития**

### **1.1. Транспортный комплекс юга России в условиях развития рыночной конкуренции и кооперации**

В состав транспортной системы Южного региона (ТСЮР) России входят два федеральных округа: Южный и Северо-Кавказский, которые включают 15 субъектов Федерации: Ростовскую, Волгоградскую и Астраханскую области, Краснодарский и Ставропольский края, республики Крым и Калмыкия, республики Северного Кавказа: Дагестан, Северную Осетию, Чечню, Адыгею, Ингушетию, Кабардино-Балкарию, Карачаево-Черкесию, город федерального значения Севастополь – с общей численностью населения 26,2 млн чел. Здесь и далее под Южным регионом, или югом России, будем понимать территорию Российской Федерации, определяемую этими субъектами. Ее особенностью является припортовое и приграничное положение.

Хозяйственная деятельность вышеперечисленных субъектов Федерации включает следующие основные компоненты: промышленный, курортно-рекреационный, сельскохозяйственный, транспортный. Транспортный комплекс юга России – развитая система транспортной инфраструктуры, включающая железные и автомобильные дороги, морские и речные порты и пути, трубопроводы, сеть аэропортов и трассы воздушных линий (Приложение 1).

Объем внешнеторговых и транзитных перевозок и роль региона в их обеспечении постоянно растет.

В последние годы транспортная отрасль благодаря росту национальной экономики, повышению роли в обеспечении потребностей населения, экономики региона и страны в целом превратилась в отрасль специализации региона и стала самой динамично развивающейся отраслью юга России.

Транспортную систему региона отличает от других высокий уровень развития каждого составляющего ее вида транспорта и значительный объем

экспортных перевозок. Динамика основных показателей транспортной системы Южного региона представлена в таблице 1.1.

В настоящее время коммерческие перевозки пассажиров и грузов *авиатранспортом* в Южном регионе выполняются из 17 аэропортов, 14 из которых являются аэропортами федерального значения и открыты для международных полетов. Крупнейшими компаниями, обслуживающими аэропорты региона, являются: группа «Базэл Аэро», холдинг «Аэропорты Регионов», аэропортовая сеть «Новпорт», ООО «Международный аэропорт «Симферополь» и др. Авиатранспортом Южного региона в 2017 году перевезено 24 994 тыс. пассажиров и 29 926 тонн грузов, что составляет 13 % и 4 % соответственно от общего объема перевозок через аэропорты России.

Причем следует отметить, что темпы роста пассажиропотока в Южном регионе (+45 % к 2014 году) значительно выше, чем в среднем по стране (+18 %). А темпы роста перевозок грузов и почты (+4 % и +20 % соответственно к 2014 году) ниже средних по стране (+7 % и +26 %). Объясняется это интенсивным развитием курортов Черноморского побережья Кавказа и Крыма, высоким уровнем подвижности населения.

В последние годы реконструкцию и развитие в рамках Федеральной целевой программы «Развитие транспортной системы России (2010–2020 годы)» и «Программы подготовки к проведению в 2018 году в Российской Федерации чемпионата мира по футболу» получили крупнейшие аэропорты региона: Сочи, Симферополь, Краснодар, Волгоград. В 2017 году введен в эксплуатацию новый аэропорт «Платов», построенный для города Ростова-на-Дону.

*Автомобильный транспорт* Южного региона в последние годы помимо обеспечения внутрирегиональных перевозок грузов и пассажиров, принимает все большее участие в реализации межрегиональных и экспортных перевозок. Обусловлено это ростом, обновлением, изменением структуры автомобильного парка. Межрегиональные перевозки выполняются между Южным регионом и Центральным, Северо-Западным, Приволжским, Уральским федеральными округами.

Таблица 1.1

## Основные показатели транспорта Южного региона России

Показатель	годы								
	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
авто									
Отправление грузов, млн тонн	449,6	275,3	280,0	298,3	293,2	262,3	235,4	223,2	207,0
Грузооборот, млн т-км	15 884	17 745	17 666	19 165	19 881	20 809	20 013	19 994	20 185
Отправление пассажиров, млн чел	1564,6	1502,7	1536	1480,1	1396,8	1362,4	1368,6	1523,8	1589,5
Пассажирооборот, млн пасс-км	18 343	18 107	18 444	18 200	20 739	23 008	22 032	24 113	24 946
Протяженность автодорог, км	57 123	93 259	110 890	138 032	148 603	163 574	168 537	169 763	172 315
железнодорожный									
Отправление грузов, млн тонн	100,5	117,6	126,5	128	118,5	106,2	100,1	99,6	111,4
Грузооборот, млн т-км	80 031,8	95 084,8	98 124,7	100 959,4	100 994,1	100 123,8	103 845,2	105 081,1	108 811,5
Отправление пассажиров, тыс. пасс.	54 775	46 611	48 068	50 731	52 436	64 605	49 664	48 227	43 821
Пассажирооборот, млн пасс-км	11 965,2	11 701,7	11 502,5	11 911,0	11 334,8	11 789,6	10 727,3	11 599,3	10 846,0
Эксплуатационная длина ж.д. путей, км	8587	8583	8601	8601	8649	9279	9283	9276	9355
порты АЧБ									
Грузооборот, млн тонн	-	134,89	172,8	173,3	174,4	189,9	232,9	244	269,5
воздушный									
Объемы отгрузки КТК, млн тонн	-	34,923	31,813	25,300	32,700	39,957	42,759	44,298	55,107
воздушный									
Отправление: пассажиров, тыс. пасс.	-	-	-	-	12 287,1	17 256,6	20 941,8	22 471,8	24 993,9
грузов, тонн	-	-	-	-	-	28 766	28 110	30 589	29 926
почты, тонн	-	-	-	-	-	6004	5457	7837	7214
речной									
Грузооборот в границах "Азово-Донская басс.адм., тыс.тонн	-	-	-	-	-	-	8688	10 265	9682

Протяженность автомобильных дорог Южного региона насчитывает 172,3 тыс. км, что составляет 16,19 % от протяженности дорог России. Автомобильные дороги по территории округа размещены неравномерно. Наибольшая их плотность сосредоточена в республиках Ингушетия (832 км/1000 кв. км), Северная Осетия – Алания (692 км/1000 кв. км). Наименьшие показатели плотности наблюдается в Республике Калмыкия (48 км/1000 кв. км), Астраханской области (88 км/1000 кв. км). Во всех субъектах, кроме Калмыкии, этот показатель значительно выше среднероссийского.

Главными автомобильными дорогами являются: федеральная трасса М4 «Дон» (Москва – Ростов-на-Дону – Новороссийск); М6 (Москва – Волгоград – Астрахань); М29 (Ростов – Минеральные Воды – Дербент – граница с Азербайджаном); М23 (Ростов-на-Дону – Таганрог – граница с Украиной); М21 (Волгоград – Каменск-Шахтинский – граница с Украиной); М25 (Новороссийск – Кавказ – Керчь).

Грузооборот автомобильного транспорта за 11 лет увеличился более чем на 25 %, а пассажирооборот более 30 %, см. таблицу 1.1.

Рост перевозок грузов и пассажиров автомобильным транспортом объясняется его неоспоримыми достоинствами: высокой мобильностью, доставкой «от двери до двери», гибким ценообразованием, невысокими требованиями к упаковке, высоким уровнем конкуренции между автоперевозчиками.

Повышение объемов перевозок автомобильным транспортом приводит к ускоренному износу дорожной сети, дорожных конструкций и, как следствие, к их преждевременному разрушению. Главными факторами повышения негативного воздействия на автомобильные дороги являются значительное увеличение количества автомобилей и интенсивности их движения, рост массы и осевых нагрузок, повышение скоростей движения. Все это является причиной неудовлетворительного состояния дорог и дорожных конструкций и ведет к их разрушению, накоплению объема отложенного ремонта.

Грузовой транспорт наносит дорогам ущерб, значительно превосходящий ущерб от воздействия легкового транспорта, причем владельцы грузовых машин пользуются полезными свойствами автомобильных дорог общего пользования в предпринимательских целях. В России транспортный налог на грузовой автомобиль разрешенной массой от 12 т в 3–5 раз выше, чем на легковой автомобиль, а вред, наносимый автодорогам, – в 25–50 тыс. раз больше.

За рубежом проблему недостаточного финансового обеспечения ремонта и строительства автомобильных дорог решают по-разному. Но введение оплаты за проезд по дорогам общего пользования для различных категорий транспорта является наиболее эффективной мерой.

В Южном регионе, как и во всей стране, работает система взимания платы «Платон» (СВП), позволяющая компенсировать часть наносимого дорогам ущерба, который не возмещается посредством действующих налогов. Плату необходимо вносить владельцам грузовых автомобилей полной разрешенной массой более 12 тонн, наносящих дорогам наибольший ущерб.

Остро стоит вопрос загрузки грузовых автомобилей сверх допустимых нормативов, что приводит к еще большему износу дорожного покрытия. Для борьбы с этой проблемой разработан и внедряется проект автоматизированной системы весогабаритного контроля – «умных весов». В 2016 году было зафиксировано свыше 1 млн нарушений весовых норм автотранспорта, при этом их количество сократилось практически вдвое с момента ввода системы. Таким образом, можно отметить положительную тенденцию и прогнозировать дальнейшую эффективность применения этой системы на всей сети федеральных автодорог страны. В регионе функционируют платные для всех категорий транспортных средств участки в Ростовской области и Краснодарском крае, запланировано открытие новых платных участков.

Грузооборот *портов России* в последние годы постоянно растет. В 2017 году крупнейшими портами России переработано 787 млн т грузов. Наибольшую долю перевалки занимает Азово-Черноморский бассейн (АЧБ) – 34,2 %.

Грузооборот портов АЧБ в 2017 году составил 269,5 млн т, что двукратно превышает показатель 2010 года.

Крупнейшим портом АЧБ и России традиционно является Новороссийск (рисунок 1.1). Идет активное развитие порта Тамань на мысе Железный Рог. Реализуется проект первого этапа строительства терминала навалочных грузов, пропускная способность которого составит 35 млн т в год.



Рисунок 1.1. Грузооборот и доля портов в перевалке АЧБ

Перерабатываемые в портах грузы доставляются в них различными видами транспорта. По результатам анализа можно сделать вывод, что наибольшая доля грузов доставляется железнодорожным и трубопроводным транспортом, доля которых составляет 46 % и 38,3 % соответственно (рисунок 1.2).

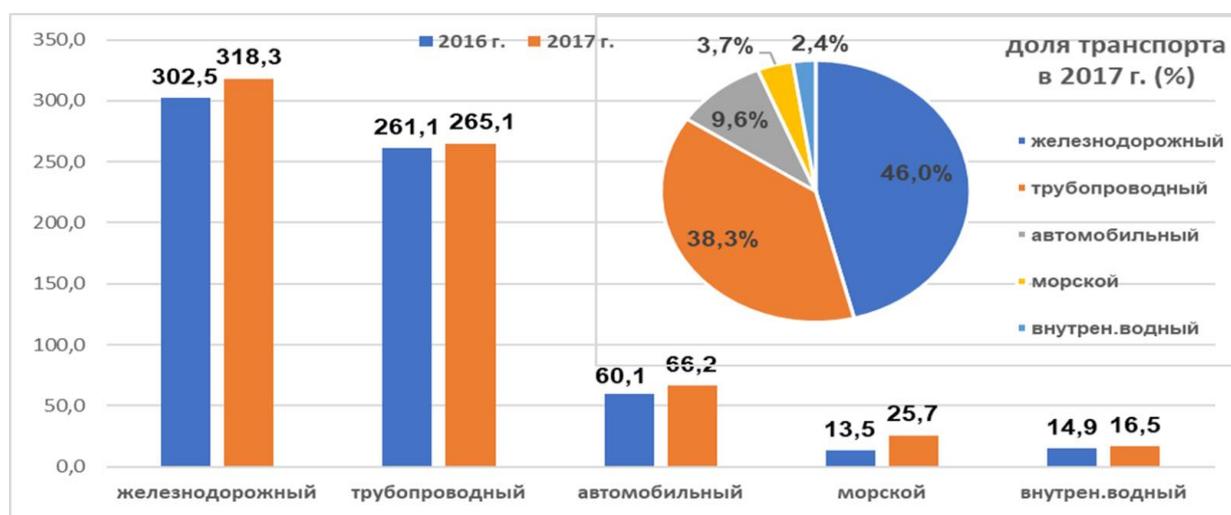


Рисунок 1.2. Доставка грузов в морские порты

Более половины грузооборота морских портов Южного региона – нефть и продукты её переработки.

Контейнерооборот портов Южного региона растет за счет работы отдельных терминалов, причем большая их часть сосредоточена в Новороссийске, на долю которого приходится 98 % контейнерных грузов, обрабатываемых в регионе [4].

В Каспийском бассейне в 2017 году перегружено 4 млн тонн грузов (–9,6 %), что составило лишь 0,5 % грузооборота морских портов РФ. Объем перевалки грузов порта Махачкала сократился на 57,3 % до 1,4 млн тонн, Астрахань – на 10,3 % до 2,3 млн тонн. Эти порты рассчитаны на обеспечение товаропотоков между Россией и прикаспийскими государствами – Азербайджаном, Казахстаном, Туркменистаном и Ираном. Одновременно эта инфраструктура является частью международного транспортного коридора «Север-Юг» и может обеспечивать также транзитные перевозки между прикаспийскими странами, государствами Персидского залива и Южной Азии со странами Европы.

В регионе получили развитие железнодорожные и автомобильные паромные сообщения Кавказ – Крым (суда «Анненков» (20 усл. ваг.), «Петровск» (20 усл. ваг.) и «Авангард» (35 усл. ваг.)), Кавказ – Поти, Кавказ – Самсун, Кавказ – Варна («Славянин» (38 усл. ваг.), «Варна Ферри» (40 усл. ваг.)) [5].

Внутренний водный транспорт играет существенную роль в обслуживании экономики региона. Основные судоходные пути включают реки Волгу в границах Волгоградской и Астраханской областей, Дон, Волго-Донской канал, которые входят в состав Единой глубоководной системы европейской части России и имеют гарантированные габариты судового хода. Продолжительность навигации составляет 260–300 суток в году.

Основными портами на внутренних судоходных путях являются Азов, Ростов-на-Дону, Усть-Донецк, Астрахань, Волгоград. Суда смешанного плавания, применяемые для перевозок грузов в сообщениях «река-море», широко используют и морские порты, особенно в периоды прекращения судоходства на внутренних путях.

Общий грузооборот в границах Азово-Донского бассейна по итогам навигации 2016 года составил 10,295 млн т, что на 18,3 % превышает показатель 2015 года [6].

*Трубопроводный транспорт* в регионе представлен нефте-, газо- и нефтепродуктопроводами. По Южному региону проходят нефтепроводы компаний АО «Черномортранснефть» (дочернее предприятие ПАО «Транснефть») и Каспийский Трубопроводный Консорциум (КТК), обеспечивающие как экспортное направление, так и поставку сырья на нефтеперерабатывающие заводы (НПЗ) региона.

По итогам 2017 года объемы поставки ПАО «Транснефть» нефти на экспорт составили более 30 млн т, а на крупнейший в регионе Туапсинский НПЗ – 9,5 млн т. В настоящее время компанией реализуется проект «Юг», цель которого – поставки до 6 млн т/год дизельного топлива на внутренние рынки Волгоградской, Ростовской областей и Краснодарского края и на экспорт в страны Европы через порт Новороссийск.

Конкуренцию ПАО «Транснефть» в сегменте транспортировки нефти в направлении порта Новороссийск в настоящее время составляет трубопроводная система КТК с показателем перекачки нефти в 2017 году 55,1 млн т, что на 10,8 млн т выше показателей 2016 года. Рост стал возможен благодаря реализованному проекту расширения мощностей трубопроводной системы Тенгиз – Новороссийск.

Действует также газопровод для перекачки в Турцию до 16 млрд куб. м газа в год по проекту «Голубой поток».

Важнейшую роль в транспортном обслуживании региона играет *железнодорожный транспорт*. Основной особенностью железнодорожного транспорта региона является значительная доля в перевозках пассажиров, следующих в места массового отдыха и лечения, и экспортных, импортных, транзитных грузопотоках в направлении морских портов на Черном и Азовском морях. Сеть железных дорог региона имеет выход на Республику Казахстан (ст.

Аксаарайская), Азербайджан (ст. Самур), Абхазия (ст. Веселое), Украину (ст. Успенская, ст. Гуково).

Общая протяженность сети железных дорог Южного региона составляет 9355 км. Большая часть обслуживаются Северо-Кавказской железной дорогой (СКЖД), помимо СКЖД в регионе функционирует Приволжская и Крымская железные дороги. Протяженность линий с числом главных путей два и более составляет 3059 км (35,6 %), остальные магистрали однопутные. Электрифицированные линии составляют 4472 км (52,1 %).

Более 50 % перевозок пассажиров дальнего следования осуществляется в связях с Центральным федеральным округом. В перспективе предусматривается формирование скоростного пассажирского направления Центр – Юг.

Припортовое положение определяет выгрузочный характер работы дороги. В тарифном грузообороте СКЖД более 50 % приходится на транзитные перевозки (рисунок 1.3).

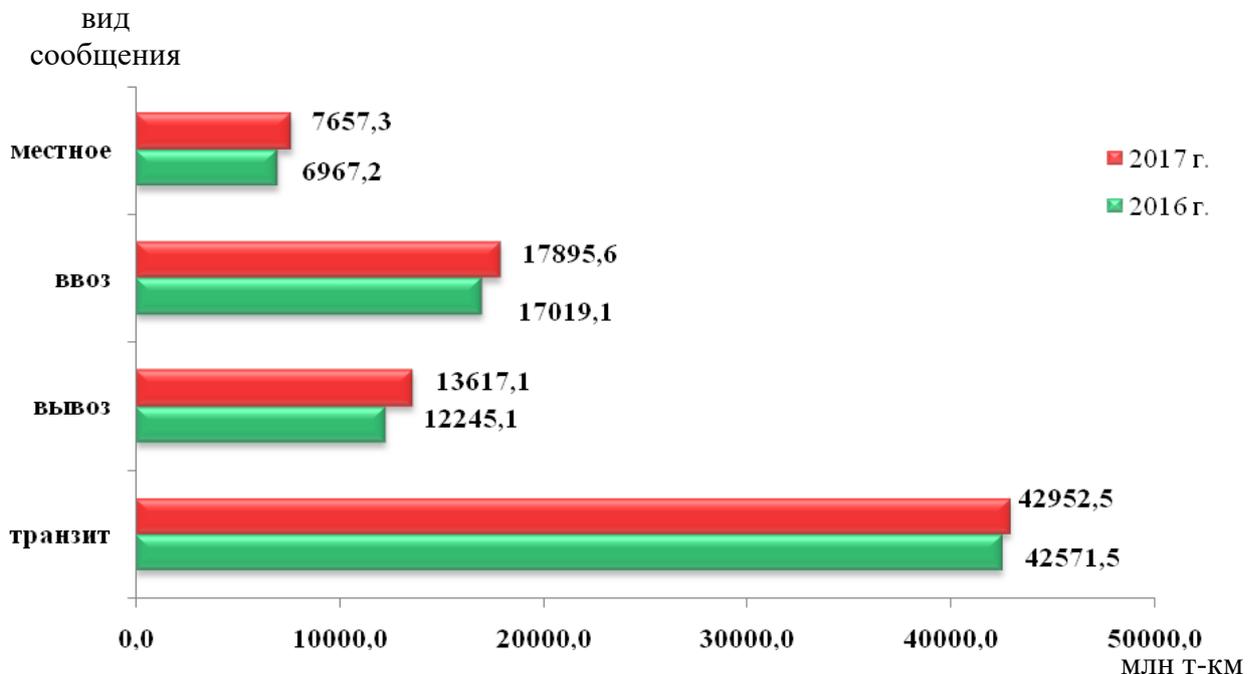


Рисунок 1.3. Структура тарифного грузооборота

В Южном регионе реализуется крупные инвестиционные проекты по развитию железнодорожного транспорта. Важнейшим является комплексный инвестиционный проект «Развитие и обновление железнодорожной инфраструктуры на подходах к портам Азово-Черноморского бассейна», цель которого освоение прогнозируемого объема перевозок грузов на подходах к портам Азово-Черноморского бассейна в объеме более 125 млн тонн в год.

Обновляется тяговый подвижной состав. Большая работа ведется по повышению качества услуг и привлечению пассажиров. Реализованы проекты «Дневной экспресс», «Городская электричка», построены новые, реконструированы крупнейшие вокзальные комплексы.

Из-за возникающих проблем при взаимодействии железнодорожного и морского транспорта в регионе постоянно имеют место отставленные от движения поезда (рисунок 1.4), негативно влияющие на пропускную способность, эксплуатационные и финансовые показатели [7–8].

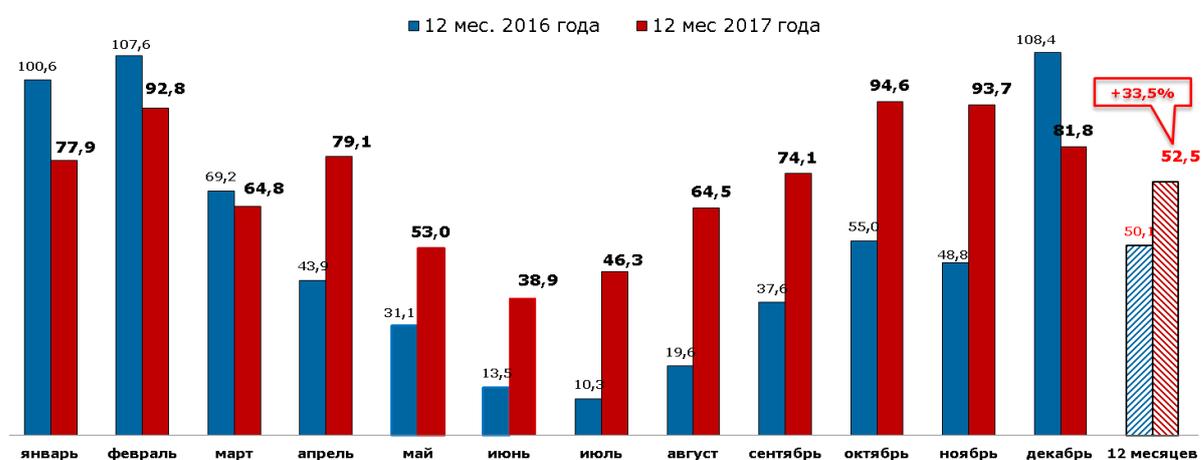


Рисунок 1.4. Динамика наличия отставленных от движения поездов на СКЖД

Предпосылками дальнейшего роста объемов перевозок являются развитие промышленности в ведущих отраслях, усиление транзитного и внешнеторгового потенциала транспорта Южного региона [5].

Доля природных ресурсов в грузообороте составляет более 50 %, что позволяет отнести транспортную систему Южного региона к «ресурсоориентированной транспортной системе» [9].

Таким образом, можно сделать вывод, что в Южном регионе в настоящее время активно функционируют все традиционные виды транспорта, которые активно конкурируют в перевозках грузов и пассажиров.

Наиболее значимыми и актуальными для ТСЮР являются перевозки экспортных грузов через морские порты с участием железнодорожного транспорта, со сложной организацией перевозочного процесса, с большим числом участников, задействованной инфраструктуры и подвижного состава.

В то же время наблюдаются диспропорции в темпах и масштабах развития предприятий различных видов транспорта, развитие портов и смежной инфраструктуры происходит неравномерно: недостаточно развивается смежная железнодорожная, автомобильная, тыловая терминальная и складская инфраструктура.

Опыт развития транспортной инфраструктуры и технологии перевозочного процесса за рубежом будут рассмотрены в следующем пункте с целью оценки возможности использования в ТСЮР.

## **1.2. Развитие транспортной инфраструктуры за рубежом: основные тренды**

Опыт России и зарубежных стран показывает, что развитие транспорта является одним из ключевых факторов развития территорий. Транспортная инфраструктура обеспечивает мобильность населения и грузов, создает условия для роста производительности труда, повышения эффективности производства, распределения, потребления товаров и услуг, тем самым формирует конкурентоспособность экономики региона [10]. Учитывая значимость транспортной инфраструктуры, рассмотрим вопросы ее развития за рубежом.

В последние годы регулярно проводятся различные исследования, составляются рейтинги развития логистики, транспортной инфраструктуры, эффективности путей сообщения, среди которых можно выделить [11, 12].

Каждые два года, начиная с 2007 года, Всемирный банк представляет издание [11] – исследование логистических возможностей 167 стран, которое

содержит в том числе и раздел «Индекс эффективности логистики» (ИЭЛ). ИЭЛ анализирует страны по шести показателям (рисунок 1.5), которые выбраны на основе теоретических и эмпирических исследований, практического опыта логистических операторов, связанных с международным экспедированием грузов. На основе полученных данных рассчитывается индекс эффективности логистики, отражающий ее удобство и безопасность в том числе.

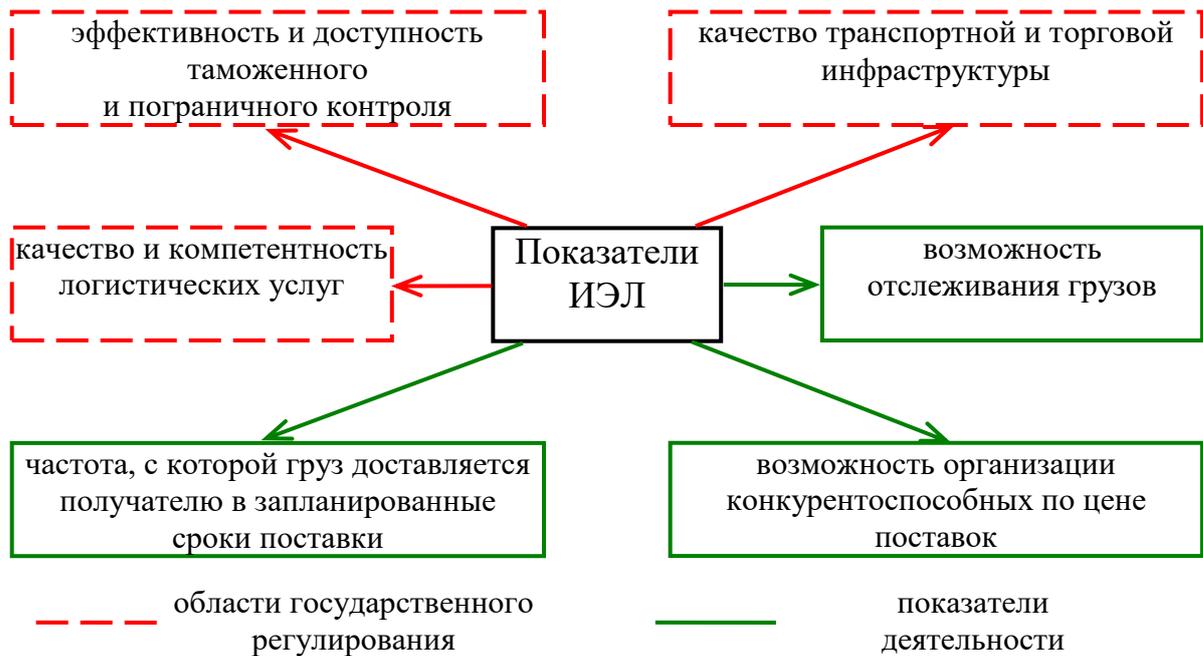


Рисунок 1.5. Показатели ИЭЛ

По итоговым средним баллам составляется рейтинг, в котором Россия в 2018 году заняла лишь 75-е место, причем это наилучший результат. В 2007–2016 годах РФ занимала места с 90-го по 99-е места. Динамика показателей, характеризующих РФ, представлена на рисунке 1.6.

Низкая позиция РФ говорит о том, что международные логистические операторы считают нашу страну не очень привлекательной с точки зрения международного торгового партнерства. Низкие оценки транспортной системы России по указанным показателям характерны и для ТСЮР.

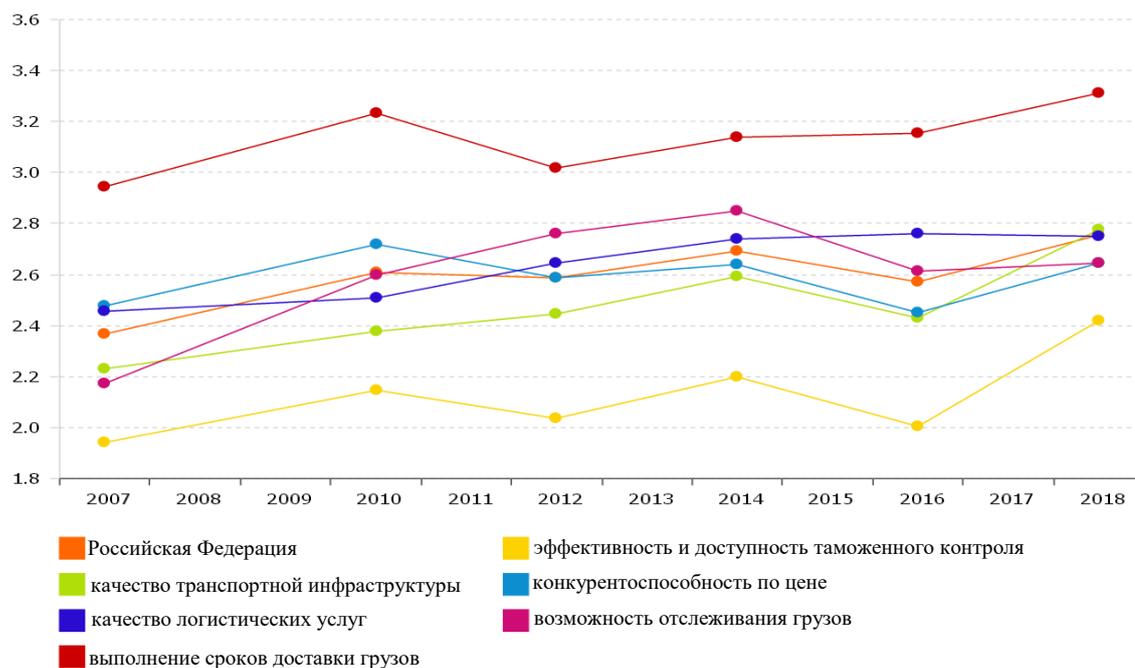


Рисунок 1.6. Динамика показателей ИЭЛ России

Многолетним лидером рейтинга является Германия. В первой пятёрке – Нидерланды, Сингапур, Швеция, Люксембург, но площадь территории, протяженность транспортной инфраструктуры, объем и структура экономики этих стран несопоставимы с российскими.

Источник [12] представляет собой ежегодное исследование развивающихся логистических рынков от Agility, ведущей логистической компании, входящей в ТОП-15 крупнейших логистических компаний мира, охватывающее 50 стран, в том числе и Россию. Первые четыре строки итогового рейтинга традиционно заняли Китай, Индия, ОАЭ, Малайзия. Россия занимает в рейтинге седьмое место.

Рассмотрим страны со схожими экономическими, пространственными и другими характеристиками, занимающие ведущие позиции в указанных исследованиях. Таковыми являются Соединенные Штаты Америки (9-е место в рейтинге), КНР (26-е место), Германия. Значения показателей ИЭЛ этих стран представлены на рисунке 1.7.

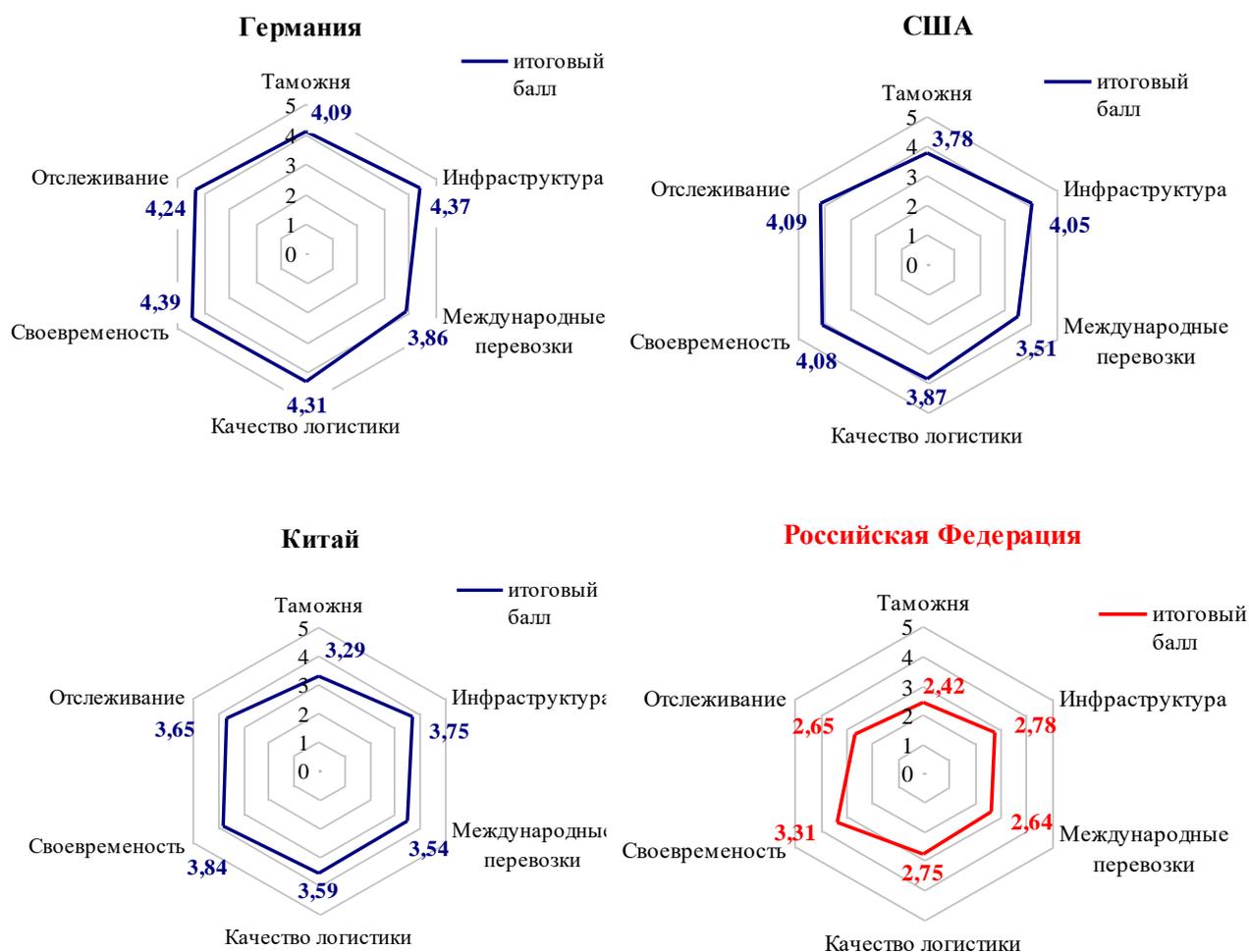


Рисунок 1.7. Значения показателей ИЭЛ

Мировая практика показывает, что транспортная инфраструктура может играть различные роли в развитии экономики территорий, при этом различаются функции государства и частного сектора. В [13] представлены три модели развития транспортной инфраструктуры (рисунок 1.8).

Опережающее развитие транспорта определяет его ведущую роль в формировании сфер и точек роста экономики. Государство определяет необходимые направления развития транспортной инфраструктуры и финансирует их. Незначительное участие частного бизнеса в таких проектах объясняется высокими рисками и значительными первоначальными вложениями.



Рисунок 1.8. Модели развития транспортной инфраструктуры

При догоняющем развитии характерно реагирование на потребности производства через устранение инфраструктурных ограничений, сдерживающих его рост. Ведущую роль в планировании и финансировании строительства транспортной инфраструктуры играет заинтересованный в расширении узких мест бизнес.

Синхронное развитие инфраструктуры характеризуется сочетанием элементов и догоняющего, и опережающего развития: отсутствием или минимальными барьерами для бизнеса, участием государства в управлении отдельными видами транспорта, что привлекает в развитие транспортной инфраструктуры частный капитал. Ключевые факторы, определяющие модель развития, представлены на рисунке 1.9 [13].

Примеры опережающего развития инфраструктуры – США до середины XX века и современный Китай. В настоящее время для США характерна модель догоняющего развития.



Рисунок 1.9. Факторы, определяющие модель развития инфраструктуры

Современная транспортная сеть США является самой мощной в мире и включает все традиционные виды транспорта. Наибольшую протяженность в США имеют автомобильные дороги и шоссе (более 6,5 млн км). Данные показатели объясняются большой долей автомобильных перевозок (как пассажирских, так и грузовых), а также высоким уровнем автомобилизации населения (более трети американских домохозяйств имеют два автомобиля).

США имеют самую протяженную трубопроводную систему в мире – около 1,3 млн км (нефтепроводная система – 325 тыс. км, продуктопроводная инфраструктура – 245 тыс. км, газопроводы – 549 тыс. км), связано это с длительной историей формирования нефтегазовой промышленности,

значительной рассредоточенностью ресурсно-сырьевой базы, высоким уровнем потребления энергоресурсов [14].

Последние годы характеризуются значительными изменениями в экономике США и ее транспортной отрасли, которые привели к усилению конкуренции на транспортном рынке, росту объемов перевозок и транспортных затрат, повышению требований к качеству перевозок. Указанные факторы существенно влияют на функционирование и развитие железнодорожного транспорта. Особенности железнодорожных перевозок в США являются отсутствие дефицита пропускных способностей, наличие параллельных линий, на которых грузовые перевозки выполняются вертикально интегрированными компаниями, а пассажирские перевозки – отдельной компанией. Насчитывается порядка 500 грузовых компаний, из них 7 – относящиеся к компаниям первого класса. Эти компании осуществляют перевозки, содержание инфраструктуры и ее развитие, эксплуатацию подвижного состава, управление движением и диспетчеризацию [15].

В течение длительного времени железные дороги США страдали не от дефицита инфраструктуры, а от ее избыточности. Максимальная длина эксплуатационной сети железных дорог зафиксирована в 1916 году, что составляет более 400 тыс. км по дорогам I класса. По данным Ассоциации американских железных дорог с этого момента этот показатель постоянно снижается, но в настоящее время является самым высоким в мире и составляет более 200 тыс. км [16]. Железные дороги в прошедшие годы столкнулись с серьезными рыночными изменениями. Продолжается снижение объемов перевозок угля во внутреннем сообщении. Этот процесс обусловлен усилением режимов регулирования, появлением и более активным использованием альтернативных источников энергии.

В условиях конкуренции железнодорожные компании вынуждены снижать себестоимость перевозок, пытаясь возместить потери перевозок угля за счет других грузов – автомобилей, сельскохозяйственных и химических, но особую актуальность с точки зрения роста объемов перевозок приобретают

интермодальные перевозки, доставка грузов «от двери до двери» и «точно в срок» с перспективой увеличения на 5–7 % в год [17].

Несмотря на достигнутый высокий уровень развития всех видов транспортной инфраструктуры, инвестиции федерального бюджета в транспортную инфраструктуру составляют 3 % ВВП. При этом частный сектор взял на себя ведущую роль в вопросах развития инфраструктуры.

В современном Китае наблюдается взрывной рост транспортной инфраструктуры. Недостаточность внимания к вопросу сбалансированного развития транспорта в КНР исходила из неверной оценки экономической эффективности развития транспортной отрасли.

Не учитывалось, что основной эффект измеряется не только доходами транспортных предприятий, но и экономией, получаемой за счет более рационального размещения и развития производства, снижения потерь. К основным недостаткам транспортного обслуживания, наиболее остро проявившихся в 1970-е гг., можно отнести недостаточные для экономики КНР темпы развития транспортной сети; несовершенство структуры, низкое качество и нехватка подвижного состава и транспортной техники, несогласованность в работе и несбалансированность в развитии различных видов транспорта.

В настоящее время эксплуатационная длина железных дорог КНР составляет около 121 тыс. км, автомобильных дорог – 4700,08 тыс. км, внутренних водных путей – 127 тыс. км, нефте- и газопроводов – 108,7 тыс. км.

Последние 25 лет в КНР можно охарактеризовать как период бурного строительства и развития транспортной инфраструктуры. С 1990 года построено более 67,5 тыс. км железных дорог, причем доля двухпутных участков увеличена с 24,4 до 53,5 %; более 3,5 млн км автомобильных дорог, доля скоростных и дорог первой категории увеличена с 72,1 до 88,4 %, протяженность внутренних водных путей увеличена на 17,8 тыс. км, доля внутренних водных путей с гарантированными глубинами составляет 52 %.

Всеми видами транспорта в 2015 году перевезено 19,43 млрд пассажиров и 41,76 млрд тонн грузов, пассажиро- и грузооборот составил 30 058,9 млрд пасс.-

км и 17 835,6 млрд т-км соответственно. Причем если по отправлению грузов и пассажиров лидирует автомобильный транспорт с 83 % и 75 % соответственно, то по пассажирообороту он уступает железнодорожному транспорту, который выполняет около 40 % от общего пассажирооборота. По грузообороту в лидерах внутренний водный транспорт с долей более 51 % [18].

В период с 1990 по 2015 год в КНР количество регулярных авиационных маршрутов увеличилось с 437 до 3326, количество самолетов гражданской авиации – с 504 до 4554 единиц. В 2015 году отправлено 436,18 млн пассажиров из 206 аэропортов, что в 26,2 раза больше в сравнении с 1990 годом (16,6 млн пассажиров). Крупнейшими аэропортами КНР являются аэропорты Пекина (второй в мире) с пассажирооборотом более 94 млн пасс., Гонконга – 70 млн пасс., Шанхая – 66 млн пасс.

По итогам 2015 года в морских портах КНР имелось 5132 причала для грузовой работы протяженностью более 735 км, из них 1723 способны принимать суда водоизмещением свыше 10 тыс. тонн. Суммарный грузооборот морских портов в 2015 году составил более 7,8 млрд тонн, причем в 1985 году грузооборот составлял 311 млн тонн, т. е. с ростом более чем в 25 раз. У 16 китайских портов грузооборот в 2015 году превышал 100 млн тонн. Грузооборот крупнейшего порта КНР Нинбо-Чжоушань (889,3 млн тонн) превысил грузооборот всех портов РФ (676,7 млн тонн) [11]. Роль морского транспорта наиболее велика во внешнеторговых перевозках. По итогам 2015 года гражданский флот Китая насчитывал более 149 тыс. судов и 16 тыс. барж общим тоннажем более 272 млн т.

Внутренний водный транспорт КНР развивается медленнее морского. В 2015 году грузооборот здесь составил 9177,2 млрд т/км, пассажирооборот – 7,3 млрд пасс/км. По итогам 2015 года в речных портах КНР имелось 13 532 причала для грузовой работы протяженностью более 883 км, из них 414 способны принимать суда водоизмещением свыше 10 тыс. тонн. Суммарная протяженность внутренних судоходных путей – 127 тыс. км, из них 66 тыс. км с гарантированными габаритами пути (52,2 %). Большая их часть приходится на

бассейн Янцзы, где существует обширная сеть судоходных путей, связанных с Великим каналом и рекой Хуанпу [18].

Значительные государственные инвестиции в развитие транспортной инфраструктуры, порядка 6,1 % ВВП, создали, по оценкам китайских экономистов, более 6 млн новых рабочих мест. Развитие транспортной системы идет темпами, опережающими спрос на нее [19].

Примером синхронного развития инфраструктуры может служить опыт Германии. Развитие транспорта в Германии неразрывно связано с увеличением внутренней и внешней торговли. Сегодня транспортная система страны – сложный межотраслевой комплекс, один из ведущих в мире. На 1 кв. км территории приходится около двух километров различных дорог и коммуникаций.

Железнодорожная система Германии – самая протяженная в Западной Европе (более 37 тыс. км), представлена крупным вертикально интегрированным холдингом Deutsche Bahn AG (DB), разделенным по видам деятельности на три группы: пассажирские перевозки, грузовые перевозки и логистика, содержание инфраструктуры. В пассажирских и грузовых перевозках у Deutsche Bahn AG есть конкуренты.

После объединения ФРГ и ГДР в контексте общего дерегулирования государственного сектора началось реформирование и железных дорог, поскольку чрезмерное регулирование оказалось неэффективным и привело к двум негативным последствиям: тарифы на перевозки на 20 % превысили рыночные цены, германские грузы не могли быть конкурентоспособны из-за открытия национальных рынков и неэффективности железных дорог. Исходя из этого были выработаны следующие рекомендации: исключение из правительственных функций управления железными дорогами; снятие с железных дорог ответственности за выполнение задач государства в экономической и социальных сферах; разделение инфраструктуры и перевозочной деятельности; введение конкуренции на рынке железнодорожных перевозок [20].

Цели реформирования: создание на базе двух государственных компаний рыночной коммерческой компании в виде акционерного общества; снижение государственных расходов на содержание железных дорог; стабилизация и увеличение доли железных дорог в общем объеме перевозок; открытие доступа к инфраструктуре сторонним перевозчикам [21].

Результаты реформ позволяют сделать вывод, что все поставленные цели в той или иной степени достигнуты. Либерализация отрасли привела к развитию конкуренции, с каждым годом масштабы ее увеличиваются. Доля железнодорожного транспорта в общем объеме пассажирских и грузовых перевозок выросла. Конкуренция в субсидируемом местном сообщении позволила сократить государственные расходы и привлечь пассажиров на железнодорожный транспорт [22].

В Германии функционирует развитая транспортная инфраструктура, и частный сектор является капиталоемким, при этом управление и финансирование основной части затрат на строительство инфраструктуры выполняет государство через DB. Бизнес владеет дорогами, портами, а также управляет перевозками [23].

Крупные транспортные проекты за рубежом часто приносят как прямую, так и косвенную прибыль, привлекаются новые источники финансирования, в том числе государственно-частное партнерство [24].

Анализ мирового опыта развития транспорта позволяют выделить следующие тенденции:

- усилия государства направлены на повышение конкурентоспособности гармонизированных транспортных систем путем отмены квот, тарифных и других ограничений для видов транспорта и перевозчиков;
- происходит интеграция элементов перевозочного процесса и логистики в условиях цифровизации и усложнения рынка транспортных услуг;
- транспортные (логистические) центры стали управляющими элементами, транспортные коридоры из совокупности маршрутов превратились в систему управляющих центров перевозок и транспортных узлов;
- растет конкурентоспособность и качество транспортных услуг [25].

Развитие транспортной системы Южного региона не соответствует ни одной из сформулированных моделей.

Не хватает ресурсов для опережающего развития, недостаточно имеющейся инфраструктуры, как, например, в США, и предпринимательства, способного выполнять ведущую роль, как, например, в Великобритании [26] для догоняющего и синхронного.

Отечественный и зарубежный опыт показывает, что освоение растущих объемов транспортной работы возможно не только за счет количественного приращения инфраструктуры, человеческих ресурсов, технологий, но и за счет разработки, развития методов и способов высокопроизводительного и эффективного использования на имеющейся инфраструктуре наукоемких технологий, более совершенных форм и методов организации [27–29], информационных и цифровых технологий. Разработки в указанных направлениях представлены в настоящем диссертационном исследовании.

### **1.3. Железнодорожный транспорт на современном этапе: структурное реформирование, задачи, ресурсы, этапы**

Наиболее масштабные структурные изменения в ТСЮР за последние годы произошли на железнодорожном транспорте. С целью оценки влияния этих изменений на транспортную систему и экономику Южного региона в этом разделе будут детально проанализированы выполненные преобразования и их результаты.

Исторически почти во всех странах железнодорожный транспорт являлся монополией и функционировал в формате одной компании, в большинстве случаев государственной, иногда – министерства. Эта структура владела инфраструктурой, подвижным составом и т. д., деятельность регулировалась государством. Со временем низкая экономическая эффективность, необходимость функционирования на разных рынках, наличие перекрестного субсидирования и другие факторы привели к необходимости реформирования железнодорожного

транспорта. Структурные преобразования железнодорожного транспорта провели большинство стран. Мировой опыт реформирования подробно проанализирован в [22].

В России реформирование проводится в соответствии с [30], основными целями являлись повышение устойчивости работы, доступности, безопасности и качества железнодорожного транспорта, формирование единой гармоничной транспортной системы страны, снижение затрат на перевозки грузов железнодорожным транспортом, обеспечение растущих объемов перевозок железнодорожным транспортом.

Первоначально в [30] было предусмотрено три этапа реформирования, которые были реализованы в 2010 году. Были разделены функции государственного регулирования и хозяйственной деятельности – в 2003 году образован новый хозяйствующий субъект – ОАО «РЖД».

Одним из ведущих инструментов для достижения поставленных в [30] целей стало способствование развитию конкуренции. В результате из структуры компании были выделены конкурентные и потенциально конкурентные виды деятельности: предоставление и оперирование грузовыми вагонами, перевозка пассажиров, ремонт вагонов и локомотивов, проектирование и строительство, промышленное производство, торговля и питание и другие.

Были созданы дочерние, зависимые общества, филиалы компании, в результате чего сформированы программы развития для каждого подразделения, выросла финансовая эффективность, привлечены частные инвестиции.

В сегменте пассажирских перевозок образован сетевой перевозчик – АО «ФПК», обеспечивающий большинство пассажирских перевозок в дальнем сообщении. В Южном регионе эту деятельность осуществляет Северо-Кавказский филиал АО «ФПК». Появились и функционируют частные пассажирские перевозчики, доля их в общем объеме перевозок пока незначительна, конкуренцию сетевому перевозчику они составляют только на направлениях с высоким пассажиропотоком, дальностью перевозок до 1 тыс. км и гарантированным платежеспособным спросом.

В структуре ОАО «РЖД» создана Дирекция скоростного сообщения, которая организует скоростное и высокоскоростное пассажирское сообщение с использованием поездов нового поколения, в том числе обслуживание пассажиров, эксплуатацию и техническое обслуживание поездов.

Организованы пригородные пассажирские компаний (ППК), которые выполняют пассажирские перевозки в пригородном сообщении. Соучредителями этих компаний являются ОАО «РЖД» и администрации субъектов Российской Федерации. ОАО «РЖД» оказывает ППК услуги по предоставлению инфраструктуры и подвижного состава. В Южном регионе пассажирские перевозки в пригородном сообщении выполняют АО «Северо-Кавказская пригородная пассажирская компания» (СКППК) и АО «Кубань Экспресс-Пригород». Акционерами этих компаний являются ОАО «РЖД» и Ростовская область, ОАО «РЖД» и Краснодарский край соответственно.

В соответствии с [31]:

- маршрутная сеть пригородного сообщения на железнодорожном транспорте сформирована как элемент комплексной региональной транспортной системы;
- установлены льготные правила оплаты услуг по использованию инфраструктуры для пассажирских компаний-перевозчиков;
- установлена льготная ставка НДС на предоставление услуг по перевозке пассажиров в пригородном сообщении в размере 0 %.

В результате реформирования перевозки пассажиров отделены от содержания и эксплуатации инфраструктуры. Пассажирские компании функционируют в условиях высокого уровня межвидовой конкуренции на рынке пассажирских перевозок со стороны авиатранспорта и автобусных перевозчиков.

Существенные изменения произошли в организации грузовых перевозок – появились частные операторские компании. Услуга предоставления грузовых вагонов под перевозку, признанная потенциально наиболее конкурентной, привела к выделению в тарифе вагонной составляющей и появлению операторов.

Создание дочерних сетевых универсальных компаний-операторов ОАО «ПГК», ОАО «ФГК», специализированных компаний ОАО «Рефсервис», ОАО «Трансконтейнер» и других, продажа акций ОАО «ПГК» привели к тому, что большая часть грузооборота выполняется с привлечением вагонного парка независимых от ОАО «РЖД» компаний. На отдельных направлениях грузовые перевозки выполняются собственными поездными формированиями.

Положительными результатами реформы в грузовых перевозках являются обеспечение в целом возросшего спроса на перевозки, привлечение значительного объема частных инвестиций и существенное обновление парка грузовых вагонов.

Вместе с положительными результатами рост парка грузовых вагонов и числа собственников повлек значительное увеличение нагрузки на инфраструктуру, существенные сложности в организации и управлении вагонным парком. Увеличились время простоя вагонов под грузовыми операциями и в ожидании погрузки, оборот вагона, порожний пробег. Рост числа собственников подвижного состава привел к массовому встречному перемещению однотипных порожних частных вагонов [32].

Разработаны, приняты и вступили в силу нормативно-правовые акты, регулирующие перевозки порожних вагонов, использование инфраструктуры ОАО «РЖД». Принятые нормативные акты направлены на стимулирование участников перевозочного процесса к более эффективному использованию инфраструктуры и подвижного состава.

Обсуждается дальнейшее развитие конкуренции на рынке железнодорожных перевозок, разрабатывается целевая модель рынка грузовых железнодорожных перевозок, рассматривается возможность функционирования частной локомотивной тяги. В настоящее время в инвестиционной программе компании ОАО «РЖД» значительные средства выделяются на обновление локомотивного парка. В последние годы приобреталось порядка 500 локомотивов в год, что позволило значительно снизить уровень износа локомотивов. Инвентарный парк составляет более 20 тыс. локомотивов, из них в работе задействовано около 14,5 тыс., в голове поезда используется 8,5 тыс. На один

реально работающий локомотив содержится в среднем 2,4 машины. Актуальным остается вопрос эффективного использования локомотивов [33, 34].

В Южном регионе Северо-Кавказская железная дорога – филиал ОАО «РЖД» осуществляет свою деятельность в качестве регионального центра корпоративного управления (РЦКУ), который реализует контроль и координацию деятельности структурных подразделений филиалов, дочерних, зависимых обществ ОАО «РЖД», работающих на полигоне дороги. В Южном регионе функционирует более 50 структур, которые ранее составляли один хозяйствующий субъект – СКЖД.

Региональным аспектом проведенных реформ является переход к безотделенческой (трехуровневой) структуре управления, концентрация управляющих воздействий на линейные предприятия на региональном уровне, создание производственных вертикалей: линейное предприятие → региональная дирекция → центральная дирекция – филиал ОАО «РЖД» (рисунок 1.10).

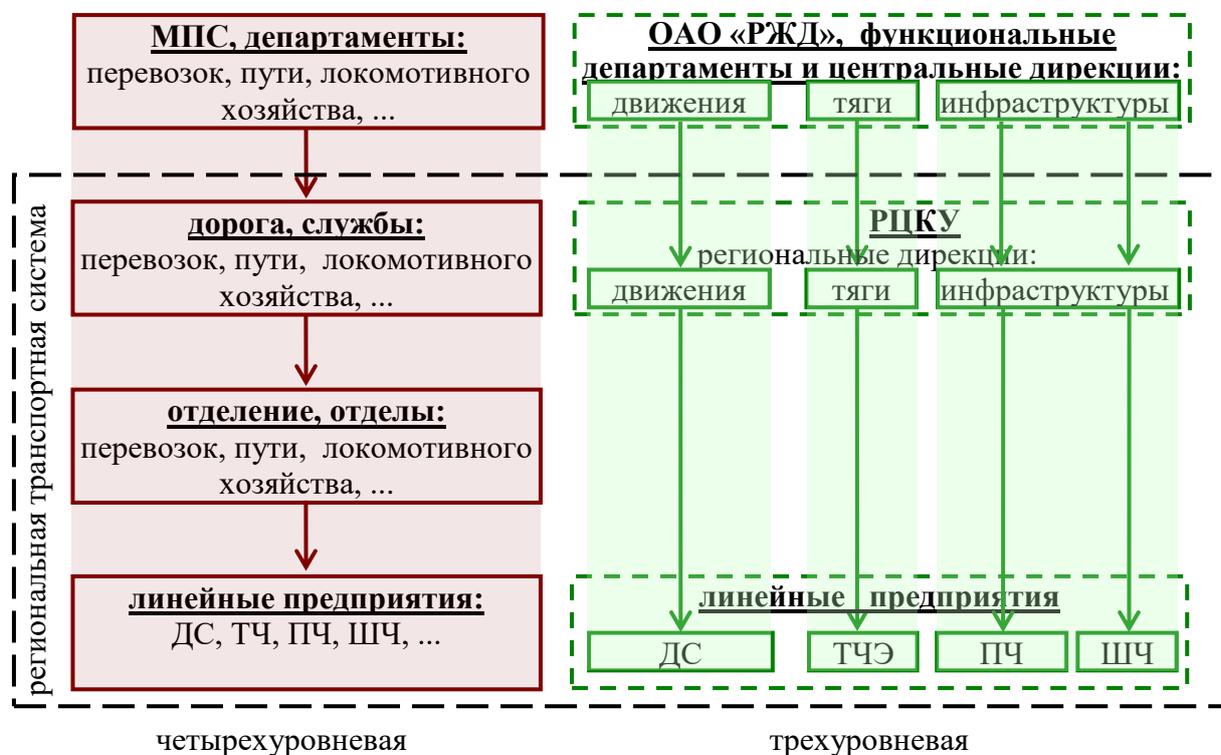


Рисунок 1.10. Структура управления железнодорожным транспортом

В настоящее время в ТСЮР функционируют линейные предприятия железнодорожного транспорта, региональные дирекции и филиалы, РЦКУ.

Образованный на СКЖД в 2005 году Логистический центр (ЛЦ) в настоящее время является структурным подразделением Северо-Кавказской дирекции управления движением и организует подвод грузов к припортовым станциям на полигоне дороги.

Результаты пятнадцатилетнего функционирования ОАО «РЖД» позволяют сделать вывод, что основные цели, поставленные в [30], достигнуты. В то же время увеличившееся количество участников перевозочного процесса с различными целями, интересами, показателями эффективности (технологическими и финансовыми) требует разработки эффективной структуры, методологии, инструментария функционирования и развития региональной транспортной системы, внедрение которых позволит, с учетом интересов всех участников перевозочного процесса, предложить комплексную конкурентоспособную услугу, получить синергетический эффект от взаимодействия.

Вместе с тем увеличившееся число хозяйствующих субъектов на транспорте и в экономике Южного региона требует рассмотрения ТСЮР с помощью теории систем, системного подхода.

#### **1.4. Системный подход к исследованию взаимодействия и конкуренции видов транспорта в транспортной системе на современном этапе**

Понятие «система» является определяющим в исследовании сложных, многокомпонентных объектов, к которым относятся транспортные системы.

Развитию и становлению общей теории систем, системного подхода к исследованиям способствовали работы многих известных зарубежных [35–38] и отечественных ученых [39–42]. Применение системного подхода к исследованию транспорта отражено в работах [43–46].

Рассмотрим ТСЮР с помощью общей теории систем.

Из множества определений понятия «система» достаточно хорошо отражает сущность и природу такого масштабного, многокомпонентного объекта, как транспортный комплекс Южного региона, определение, предложенное профессором В.Н. Садовским: «Система – целостное множество взаимосвязанных элементов, на природу которых не накладывается никаких ограничений, кроме одного – для данной системы они являются неделимыми единицами»[40]. Между элементами множества, образующего систему, устанавливаются определенные отношения и связи. Благодаря им набор элементов превращается в связное целое, где каждый элемент оказывается, в конечном счете, связанным со всеми другими элементами. Свойства системы оказываются не просто суммой свойств составляющих ее отдельных элементов, а определяются наличием и спецификой связи и отношений между элементами, т. е. проявляются как интегративные свойства системы как целого [40].

Действительно, рассмотренные выше виды транспорта, участники перевозочного процесса являются элементами целостного множества – ТСЮР, объединенными экономическими, правовыми, производственными и многими другими связями и отношениями.

ТСЮР присущи основные системные свойства: упорядоченность, организация, структура и признаки, приведенные на рисунке 1.11.

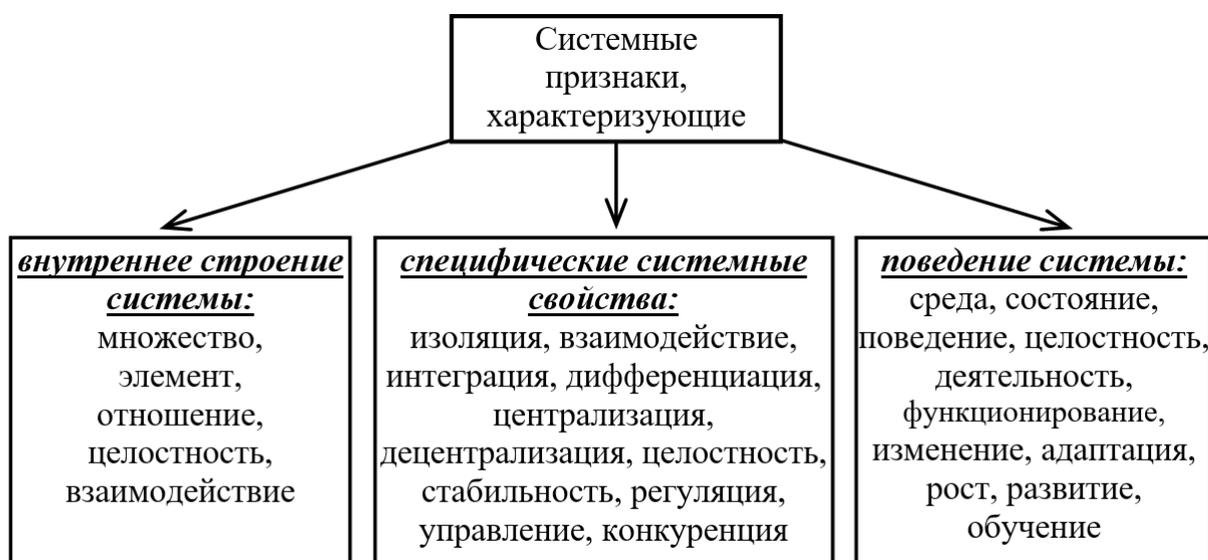


Рисунок 1.11. Признаки системы

Система как относительно обособленная целостность противостоит среде, окружению. Внешняя среда – это также и ближайшее окружение системы, во взаимодействии с которым система формирует и проявляет свои свойства [40].

Транспортная система Южного региона включает все современные виды магистрального 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 в Южном регионе.

ТСЮР в целом, в свою очередь, – это элемент системы более высокого уровня – транспортной и экономической системы России и мира (рисунок 1.12).



Рисунок 1.12 ТСЮР – система и элемент системы

Для каждого вида транспорта – участника перевозочного процесса ТСЮР свойственно сочетание противоречивых свойств и системы, и элемента системы. Как элемент, он должен подчиняться системным изменениям, даже поступившись собственными интересами, для обеспечения системных свойств. Как система – должен противостоять внешней среде, внешним изменениям, сохраняя свои системные свойства.

В [44] отмечено, что на определенных этапах преимущественно развиваются либо одни, либо другие свойства. В настоящее время для предприятий, представляющих различные виды транспорта в Южном регионе характерно преобладание и усиление свойств системы. Рассмотрим конкуренцию и взаимодействие видов транспорта в ТСЮР.

За прошедшие десятилетия произошли значительные изменения в организационных структурах транспортной системы, отвечающих за спрос и предложение в грузовых и пассажирских перевозках, которые значительно повлияли на соотношение долей перевозок между видами транспорта.

В частности, имеет место неэффективная конкуренция между видами транспорта, обусловленная отсутствием адекватной системы координации и синхронизации различных видов транспорта, например, между автомобильными, железнодорожными и водными перевозками.

Системный подход является необходимым условием для целостного анализа проблемы и выработки комплексного решения поставленной задачи. Анализ системных факторов позволяет выявить наиболее важные отношения и связи, которые характеризуют исследуемую систему грузовых и пассажирских перевозок, определить и структурировать существующую организационную модель этой системы, выделить наиболее существенные области [47].

В соответствии с системным подходом к решению задач предложена следующая последовательность исследования ТСЮР, представленная на рисунке 1.13.

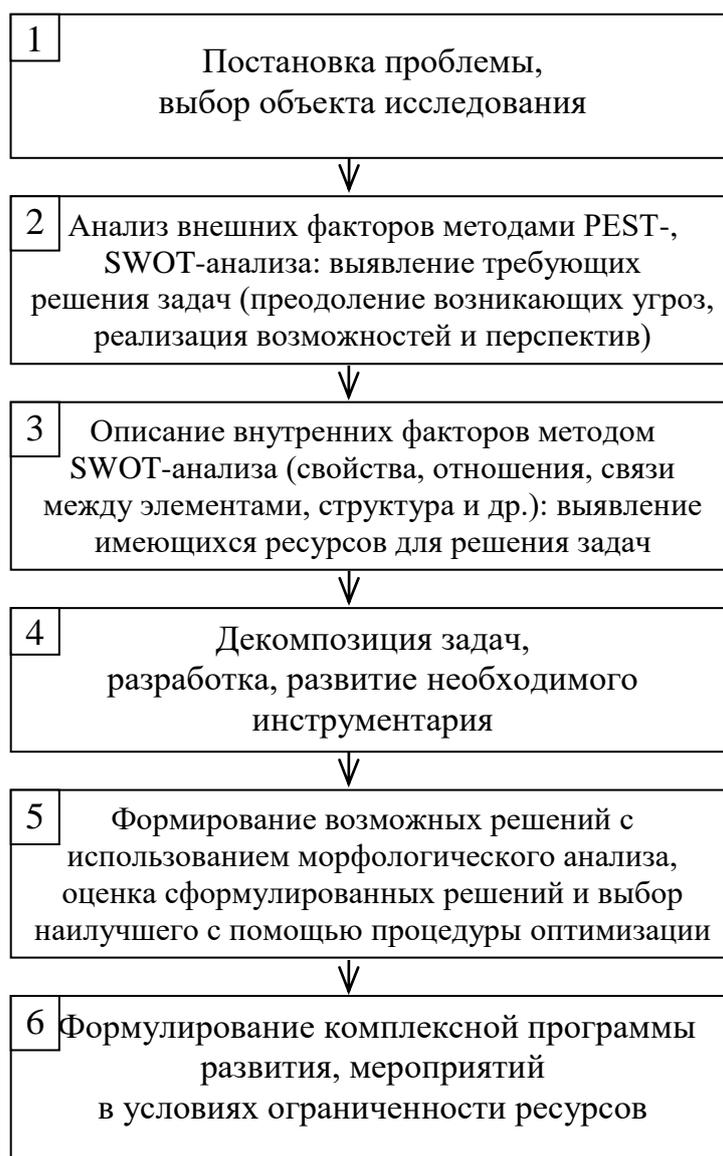


Рисунок 1.13. Алгоритм системного подхода к исследованию и развитию ТСЮР

Реализация выработанных решений в системном анализе предусматривает процесс управления системой, т. е. целенаправленное воздействие на ресурсы системы во времени, меняющее ее деятельность для достижения оптимальных результатов работы.

В зависимости от поставленных задач, существует два варианта управляющего воздействия на систему: поддержание и развитие системы.

Первый вариант предусматривает управляющие воздействия, обеспечивающие деятельность системы на определенном уровне. Второй вариант

предусматривает совершенствование деятельности системы с целью ее улучшения по отношению к настоящему периоду.

Анализ функционирования транспортной системы Южного региона требует поиска управляющих решений, обеспечивающих развитие системы.

Сохранение достижений в области экономики, техники, технологий, а также обеспечение среднесрочной и долгосрочной конкурентоспособности на мировых рынках требуют создания такой системы взаимодействия, которая была бы способна предложить клиенту комплексную транспортную услугу, использующую сильные стороны каждого вида транспорта.

Опыт показал, что отдельными мерами в различных областях, без общей концепции, этого добиться невозможно. Чтобы добиться стабильного эффекта, требуются комплексные решения.

Это означает, что перед транспортной системой Южного региона и страны в целом стоят комплексные задачи, решение которых зависит от активной позиции всех участников транспортного рынка. Очевидно, что наибольшего эффекта можно достичь во взаимодействии различных видов транспорта [48].

По этим причинам транспортному комплексу России и Южного региона необходимо ресурсоориентированное развитие, базовым фактором роста которого, несмотря на имеющиеся ограничения, является эффективное (рациональное) использование имеющихся ресурсов. В настоящем диссертационном исследовании рассматриваются варианты повышения эффективности региональной транспортной системы за счет технического, технологического, организационного развития, развития технологий управления и использования инструментов и методов цифровизации, комплексное исследование, развитие, внедрение которых позволит получить необходимый синергетический эффект (рисунок 1.14) [49].

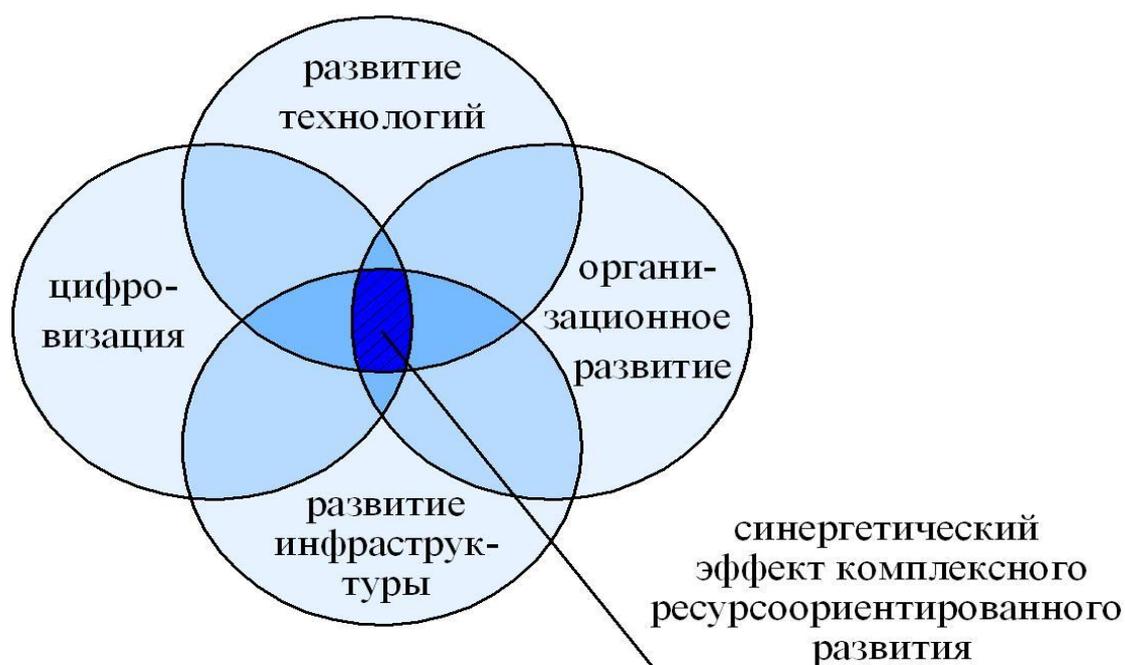


Рисунок 1.14. Векторы развития РТС

### 1.5. Выводы по первой главе

Выполнен анализ развития транспортной системы Южного региона, охватывающий характеристику деятельности различных видов транспорта в условиях нестабильного развития рынка транспортных услуг. В настоящее время в регионе активно функционируют все традиционные виды транспорта, которые активно конкурируют в перевозках грузов и пассажиров. Наиболее значимыми и актуальными для ТСЮР являются перевозки экспортных грузов через морские порты с участием железнодорожного транспорта, со сложной организацией перевозочного процесса, с большим числом участников, задействованной инфраструктурой и подвижного состава.

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;

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

Указанные проблемы потребовали изучения и анализа зарубежного опыта развития транспорта. Проанализированы транспортные системы стран со схожими экономическими, пространственными и другими характеристиками, которые являются лидерами в рейтингах эффективности логистики, транспортной инфраструктуры.

Выявленные модели развития транспортной инфраструктуры и мировые тенденции потребовали анализа реформирования железнодорожного транспорта в России и Южном регионе, исследования ТСЮР с помощью теории систем, системного подхода.

Одним из результатов реформирования железнодорожного транспорта стало увеличившееся количество участников перевозочного процесса с различными целями, интересами, показателями эффективности (технологическими и финансовыми).

Изучение ТСЮР с помощью теории систем, системного подхода выявило увеличившееся число хозяйствующих субъектов на транспорте с преобладанием и усилением свойств системы для предприятий, представляющих различные виды транспорта.

Произошедшие значительные изменения в организационных структурах транспортной системы, отвечающие за спрос и предложение в грузовых и пассажирских перевозках, значительно повлияли на соотношение долей перевозок между видами транспорта.

Имеет место неэффективная конкуренция между видами транспорта, обусловленная отсутствием эффективной системы взаимодействия предприятий

различных видов транспорта, например, между автомобильными, железнодорожными и водными перевозками.

На основе проведенного анализа сформулировано авторское видение решения сформулированных проблем, 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, системном подходе, ценологическом анализе, аналитических методах моделирования сложных транспортных процессов и принятия обоснованных решений;

– **математического инструментария** включающего методы согласования интересов хозяйствующих субъектов одного и разных уровней, морфологического анализа состояния и перспектив развития ТСЮР, оптимизации транспортных процессов на основе применения теории игр, методы многокритериальной оптимизации;

– **технологических решений**: организация перевозок в Южном регионе на основе морфологической модели; оптимизация маршрутов следования вагонопотоков на грузонапряженных направлениях Южного региона;

– **организационных аспектов**: полигонная организация работ, представление ТП как кластера развития и техноценоза, развитие единых технологических процессов.

Методология и структура исследования представлены на рисунке 1.15.

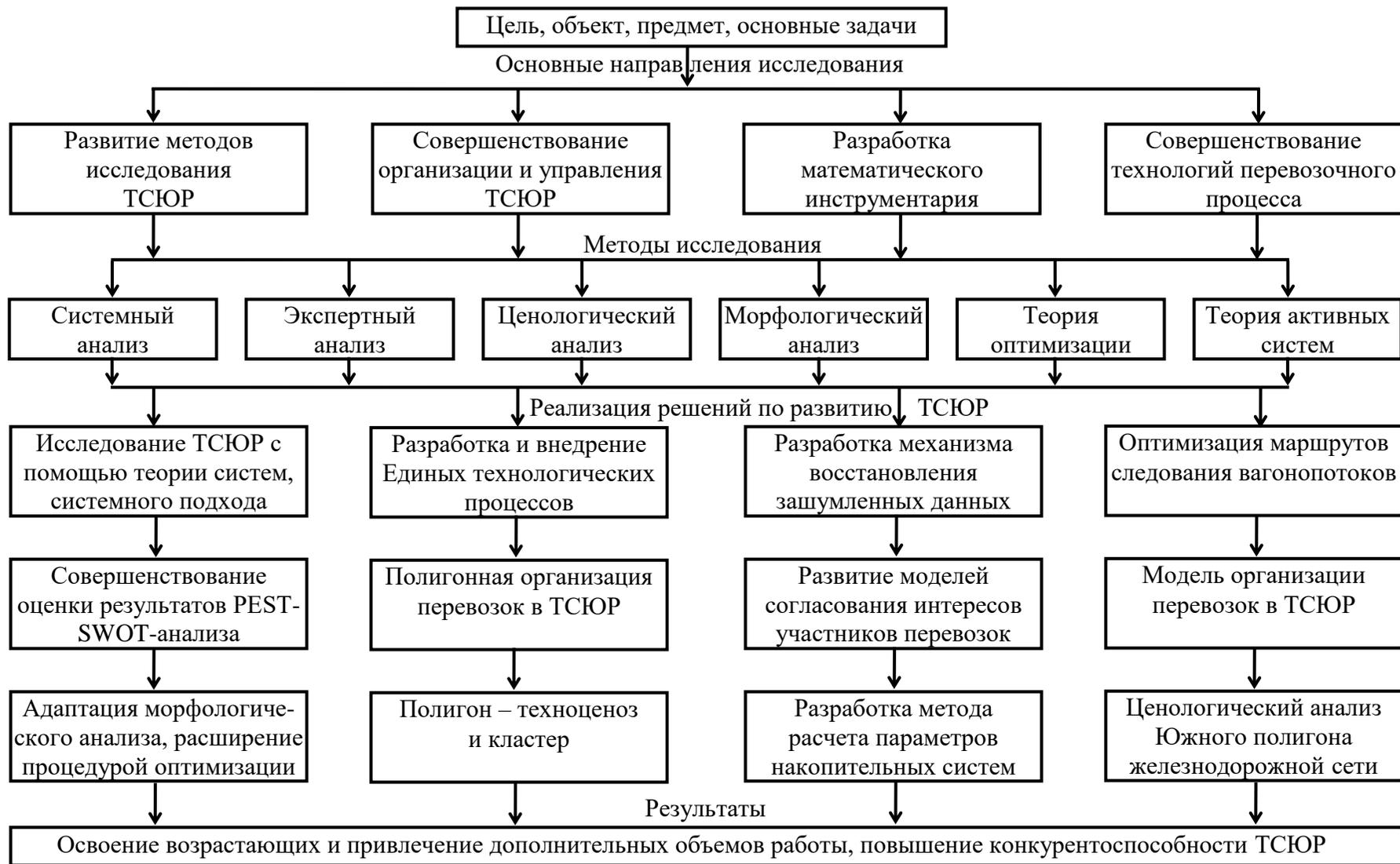


Рисунок 1.15. Методология и структура исследования

## 2. Методы организации транспортных систем и управления перевозками

Настоящий раздел посвящен развитию подходов и методов совершенствования систем управления перевозками, включающий следующие положения:

– региональная транспортная система эффективно реализует перевозочный процесс на основе полигонной организации работ, учитывающей интересы и возможности всех видов транспорта, участвующих в логистических цепях грузоперевозок укрупненного региона;

– транспортный полигон – кластер регионального уровня, обеспечивающий решение производственных, экономических, социальных (образовательных, научных, культурно-просветительских, медицинских), экологических и иных проблем в сфере логистики и транспортировки в интересах экономики как страны, так и региона;

– транспортный полигон одновременно несет в себе свойства и системы (жестко обуславливающей решение стратегических задач развития страны и региона), и сети (способствующей развитию отдельных хозяйствующих субъектов). Сетевая организация работ полигона реализует рыночный потенциал развития предприятий;

– транспортный полигон – представляет техноценоз, учитывающий производственные, образовательные, научные, социальные аспекты региона, обладающий свойствами самоорганизации, устойчивости, не требующий высоких затрат на управление. Концепция техноценоза в представлении транспортного полигона должна быть определяющей при его создании (т. е. при выделении границ, определении целей и задач функционирования, распределения ресурсов и ответственности).

## 2.1. Единая технология работы – системная основа перевозочного процесса

Единая технология работы в транспортной системе страны определяется рядом категорий, таких как Единый сетевой технологический процесс (ЕСТП), Единый технологический процесс полигона (ЕТПП), Единый комплексный технологический процесс (ЕКТП), Единый технологический процесс работы станции и примыкающего пути необщего пользования (ЕТП), их ролью и значением в организации перевозочного процесса.

Иерархия этих технологических процессов и области их применения представлены на рисунке 2.1.



Рисунок 2.1. Области применения единых технологических процессов

Рассмотрим эволюцию становления и развития этих технологий, их функции в ресурсоориентированном развитии соответствующего сегмента сети.

ЕСТП принят в 2012 году как программный документ, определяющий основные функции участников перевозочного процесса грузов железнодорожным транспортом. ЕСТП направлен на организацию системного взаимодействия участников перевозочного процесса в обеспечении эффективного использования ресурсов по всем элементам управления перевозками.

ЕСТП определяет основные принципы технологии планирования, нормирования, управления, мониторинга перевозочного процесса для всех его участников [50].

ЕСТП является технологической основой для:

- разработки договоров между участниками рынка перевозок на добровольной основе, регламентов взаимодействия подразделений ОАО «РЖД»;
- формирования эксплуатационных и экономических показателей оценки взаимодействия ОАО «РЖД» с другими участниками перевозочного процесса;
- эффективного управления мощностями и ресурсами участников рынка перевозок и владельца инфраструктуры общего (коллективного) пользования на основе применения современных информационно-управляющих систем и цифровых технологий [51].

Областью применения ЕСТП является организация и управление железнодорожными перевозками на всей инфраструктурной сети ОАО «РЖД» и железнодорожных путях необщего пользования.

ЕСТП содержит базовые технологические принципы, которые служат основой для эффективной организации работы всех участников перевозочного процесса.

Важнейшими задачами ЕСТП являются обеспечение технологического взаимодействия участников рынка грузовых железнодорожных перевозок, оптимизация использования финансовых, людских и других ресурсов на основе технологического взаимодействия участников перевозочного процесса, оптимальная загрузка инфраструктуры, эффективное использование пропускных и перерабатывающих способностей инфраструктуры.

На линейном уровне взаимоотношения железнодорожных станции и примыкающих путей необщего пользования (ПНП) регламентируются нормативными [52] и нормативно-технологическими документами [53–56].

Обязательным условием взаимодействия является заключение договоров на подачу-уборку вагонов или эксплуатацию путей необщего пользования (ПНП).

В случаях, регламентированных [55], а также в иных случаях по соглашению сторон разрабатываются и внедряются Единые технологические процессы работы (ЕТП). ЕТП синхронизируют технологию эксплуатационной работы железнодорожного транспорта общего и необщего пользования на основе совместных требований, учитывают интересы грузоотправителей, грузополучателей, владельцев инфраструктуры и перевозчиков [57].

Впервые разработанные в 40-е годы прошлого века, в настоящее время ЕТП приобрели особую актуальность, новое содержание, программные и информационные инструменты [58]. Подробно становление и развитие ЕТП представлено в [59]

ЕТП решает следующие задачи:

- формирует рациональную систему организации совместной работы;
- увязывает технологии обработки составов и вагонов на железнодорожной станциях и путях необщего пользования;
- обеспечивает единый ритм перевозочного процесса.

В таблице 2.1 представлены технологические факторы, которые благоприятствуют рассмотрению вопроса о выборе ЕТП в качестве формы взаимодействия между субъектами железнодорожного транспорта общего и необщего пользования.

Чем выше количество факторов, приведенных в таблице 2.1, имеют место (либо могут быть реализованы с внедрением ЕТП) в работе взаимодействующих подразделений железнодорожного транспорта общего пользования и ПНП, тем выше потребность этих подразделений в работе по ЕТП.

## Характеристика станций примыкания и путей необщего пользования

Фактор	Характеристика
1	2
Путевое развитие ПНП	Имеются отдельные пункты с путевым развитием
Горочные устройства на станции и ПНП	Имеются сортировочные устройства
Вес и длина передаваемых составов	Нормы веса и длины поездов на железнодорожном пути необщего пользования соответствуют нормам на примыкающих магистральных направлениях
Размеры и структура вагонопотоков	Наличие признаков маршрутоспособности вагонных струй, либо наличие устойчивых корреспонденций груженых и (или) порожних вагонов между обслуживаемыми предприятиями, либо общий объем прибытия (отправления) вагонов от 2–3 поездов в сутки и более
Организация вагонопотоков	Имеется возможность формирования одной инфраструктурой поездов, курсирующих по другой инфраструктуре, либо ступенчатой организации вагонопотоков с нескольких станций погрузки, либо увязки организации вагонопотоков с технологией основных производств, терминальной (складской) логистикой, работой флота
Регулирование вагонных парков	Есть условия для совместного регулирования вагонных парков (в том числе с применением обменных и кооперированных парков) с ликвидацией встречных порожних пробегов, дополнительных сортировок, осмотров и др.
Согласование подвода грузо- и вагонопотоков	Есть условия для согласования подвода, включая регулирующие емкости путевого развития
Размещение командных пунктов и железнодорожные информационные системы	Объединенные посты управления, информационные системы с синхронизированным ведением динамических поездных и вагонных моделей данных, благоприятствующие использованию ЕТП
Развитие грузовых фронтов	Перерабатывающая способность мест погрузки, выгрузки составляет 2–3 состава в сутки и более
Наличие технологических перевозок	Есть технологические перевозки, требующие координации с внешними железнодорожными перевозками
Порядок обслуживания локомотивами	Есть возможность взаимозаменяемого использования локомотивов разных владельцев

Основными задачами организации работы ПНП и станций по единой технологии являются: эффективная организация работы подвижного состава – локомотивов и вагонов различных собственников, повышение эффективности использования путевого развития и технических средств, способствование внедрению систем управления на основе логистических технологий, обеспечение высокой надежности выполнения согласованных объемов работ.

В настоящее время в ТСЮР в соответствии с ЕТП работает 10 станций с примыкающими ПНП, целесообразна разработка и внедрение ЕТП работы еще 11-ти станций и ПНП (таблица 2.2).

Таблица 2.2

## Станции и ПНП Южного полигона

Станции и ПНП, работающие по ЕТП			Станции и ПНП, на которых целесообразно внедрение ЕТП		
1	Новороссийск	НМТП	1	Протока	Славянскэко
2	Тоннельная	Верхнебаканский цементзавод	2	Афипская	Афипский НПЗ
3	Кавказ	АнросКрым (паром)	3	Вышестеблиев- ская	ТаманьНефтегаз
4	Ильская	Ильский НПЗ	4	Заречная	Ростовский порт
5	Абазинка	Кавказцемент	5	Таганрог	ТМТП
6	Владикавказ	Промжелдор- транс	6	Азов	Азовский порт
7	Невинномыс- ская	Невинномысский азот	7	Ейск	ЕМТП
8	Белоречен- ская	Еврохим	8	Темрюк	ПНП порта и паромной переправы
9	Туапсе	ТМТП, Балкерный терминал	9	Грушевая	Нефтебаза «Грушова»
10	Гуково	Гуковпогруз- транс	10	Несветай	Новошахтинский НПЗ
			11	Божковская	Донской уголь

Функционирование крупных грузополучателей со значительным грузооборотом потребовало разработки не только ЕТП станций и путей необщего пользования, но и Единых комплексных технологических процессов (ЕКТП).

ЕКТП разрабатывается для крупных транспортных узлов. Пилотным проектом создания единых комплексных технологических процессов стала разработка ЕКТП Усть-Лужского транспортного узла, включающего технологию взаимодействия логистических структур ОАО «РЖД» и морского торгового порта Усть-Луга [60–63].

В Южном регионе России ЕКТП разработан для Новороссийского транспортного узла и портов Таманского полуострова [64].

ЕКТП обеспечивает единый ритм перевозочного процесса не только железнодорожной станции примыкания и ПНП, но и железнодорожных подходов к ним.

В нем выполнено нормирование организации работы портов, железнодорожных станций примыкания, железнодорожных подходов к ним на полигоне Северо-Кавказской железной дороги, включая участки и технические станции. ЕКТП определяет нормативы времени на основные технологические операции: подачу и уборку, сортировку, погрузку, выгрузку, осмотр вагонов в техническом и коммерческом отношении. Устанавливает перерабатывающую способность припортовых и участковых (Крымская, Разъезд 9 км) станций Северо-Кавказской железной дороги, грузовых фронтов станций и ПНП, обслуживающих операторов морских терминалов, оптимальное число подач к местам погрузки (выгрузки), оптимальное число вагонов в подаче, объемы одновременной погрузки (выгрузки). Устанавливает организацию, способы и сроки производства работ, связанные с перевалкой грузов в порту, увязывает работу всех подразделений порта, железнодорожных станций примыкания и железнодорожных подходов к ним [64].

Повышение надежности взаимодействия железнодорожного и морского транспорта, улучшение использования подвижного состава и снижение эксплуатационных затрат обеспечивается за счет совершенствования технологии

не только припортовых железнодорожных станций и путей ПНП, но и за счет привлечения и увязки технических и технологических ресурсов предпортовых станций и участков [65–66].

Схема полигона функционирования ЕКТП представлена на рисунке 2.2.

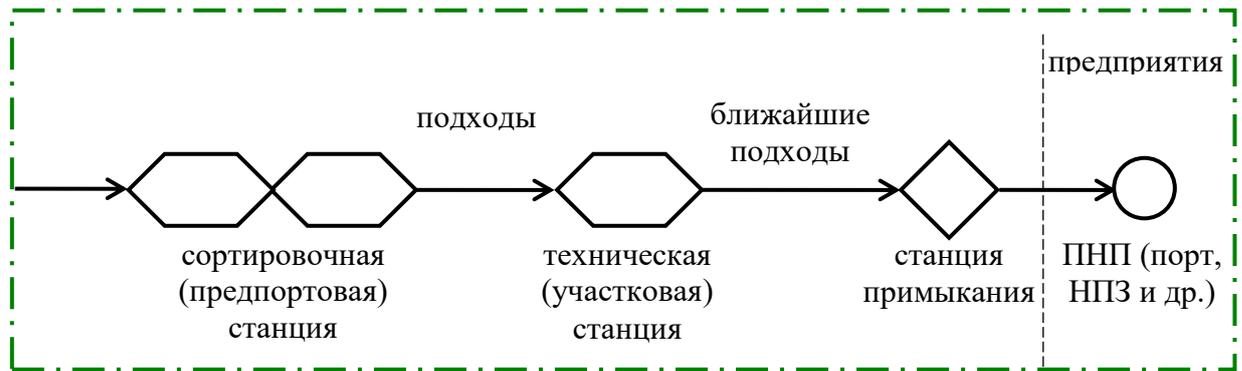


Рисунок 2.2. Полигон функционирования ЕКТП

Оперативное управление эксплуатационной работой в Новороссийском транспортном узле и портах Таманского полуострова предусматривает разделение задач планирования и реализации в структуре транспортного узла. Система оперативного управления должна соответствовать следующим основным требованиям:

- разделение задач планирования, реализации и оперативного контроля;
- совершенствование системы объединенного оперативно-диспетчерского руководства;
- обеспечение принципа единоначалия в оперативно-диспетчерской работе;
- распределение обязанностей в оперативных сменах предусматривает разделение функций сменно-суточного планирования (группа диспетчеров по логистике), реализации (группа диспетчеров по организации движения) и контроля железнодорожных операций.

Создание ЕКТП работы Новороссийского транспортного узла и портов Таманского полуострова предусматривает установление наиболее эффективной системы взаимодействия железнодорожного и морского видов транспорта в

организации международных перевозок на основе принципов транспортной логистики. Оно направлено на обеспечение высокой надежности доставки грузов в установленные сроки, улучшение использования подвижного состава и перегрузочных средств портов за счет единых подходов к оптимизации плана отгрузки с учетом выгрузочных возможностей перевалки в портах, организации согласованного подвода поездов и судов. ЕКТП однозначно регламентирует взаимодействие сторон в рядовых и критических ситуациях. При этом необходима системная работа по мониторингу выполнения требований ЕКТП, повышению прозрачности взаимоотношений, своевременной его актуализации и повышению адаптивных свойств в условиях высокой динамичности как спроса на перевозки, так и вариантов его удовлетворения.

В условиях перспективного роста объема перевозок экспортных грузов к 2025 году через порты Новороссийского узла и Таманского полуострова проанализированы технические и технологические возможности портовой и железнодорожной инфраструктуры. Анализ работы припортовых станций показал, что теоретически при согласованном и ритмичном процессе подвода поездов и судов, своевременной выгрузке грузов для выполнения планируемого объема перевалки грузов достаточно существующих площадок грузовых фронтов порта и путей на станциях. В реальных условиях перевозок из-за ряда факторов емкости терминалов оказывается недостаточно, суммарные технические и технологические мощности портов и путевого развития станций работают неравномерно, с большим напряжением. Из-за отсутствия резервов железнодорожной и портовой инфраструктуры существует риск невыполнения плана перевалки грузов.

Предполагается, что и ЕСТП, и ЕКТП реализуют свои функции на основе создания интеллектуальных систем управления железнодорожным транспортом (ИСУЖТ) [67]. Кратко некоторые аспекты этого подхода прокомментированы в подразделе 2.3.

Решение проблем предполагалось за счет создания специальной структуры, обеспечивающей согласованность работы всех участников логистической цепочки, наделенной определенными полномочиями.

В [68] предложена организация такой структуры в формате автономного некоммерческого объединения – Информационно-логистического центра (ИЛЦ), в составе которого предполагались основные грузополучатели группы компаний Новороссийского морского торгового порта, ЗАО «Таманьнефтегаз», представители Северо-Кавказской железной дороги и крупные экспедиторы.

Предполагалось, что ИЛЦ должен стать главным распорядителем работы портов, терминалов, основных грузополучателей на станциях Новороссийск и Таманского полуострова, железнодорожных подходов в вопросах планирования и доставки грузов.

По ряду причин, в том числе из-за несогласованности интересов участников перевозочного процесса, такая структура на сегодняшний день так и не создана. Существующий и функционирующий логистический центр СКЖД руководит очередностью подвода поездов к портам от момента поступления на дорогу.

В ТСЮР необходима разработка и внедрение ЕКТП не только Новороссийского транспортного узла и портов Таманского, но и Минераловодского, Туапсинского, Ростовского и Батайского транспортных узлов. Полигоны их функционирования в ТСЮР представлены на рисунке 2.3.

Целесообразна разработка и внедрение единого технологического процесса на полигоне продвижения грузопотока в направлении портов, включающего не только припортовую железную дорогу.

Разработка единых технологических процессов полигонов (ЕТП) обусловлена необходимостью создания технологической основы, направленной на обеспечение перевозки возрастающих объемов грузов за счет повышения эффективности управления перевозочным процессом в условиях полигонных принципов организации эксплуатационной работы.



Рисунок 2.3. Полигон функционирования ЕТП, ЕКТП

В настоящее время разработан и функционирует Единый технологический процесс работы Восточного полигона железнодорожной сети [69–70].

ЕТПП включает:

- формирование оптимального порядка направления вагонопотоков в увязке с технологическими процессами работы железнодорожных путей необщего пользования (портов, паромных переправ, погрузо-выгрузочных производственных комплексов);

- формирование системы анализа среднесуточного поступления и сдачи грузеных вагонов с дифференциацией по категориям (портовой, транзитный, местный груз) соответственно для полигона, дороги, района управления по каждому стыковому пункту для формирования диаграммы вагонопотоков поступления грузеной части по межполигонным, внутридорожным и внешним стыковым пунктам;

- актуализацию системы количественных, качественных эксплуатационных и экономических показателей работы.

Выработка технологических, методологических и концептуальных решений для эффективного управления перевозочным процессом в условиях полигонных принципов организации эксплуатационной работы учитывает применение экстерриториальных подходов, регламентирование взаимодействия причастных подразделений ОАО «РЖД» регионального и сетевого уровней, принципов сквозного планирования перевозочного процесса на полигоне с учетом пропускных и перерабатывающих способностей инфраструктур общего и необщего пользования (грузополучателей, грузоотправителей). Далее целесообразно рассмотреть определение, задачи функционирования, механизмы выделения и определения границ полигонов.

Для эффективной реализации рассмотренных выше единых технологий следует использовать современный инструментарий исследования и моделирования. В частности, для реализации первого этапа методологии целесообразно использовать методы SWOT- и PEST-анализа, позволяющие формализовать опыт экспертов и специалистов, которые рассмотрены в главе 3.

Теоретическую базу развития системы планирования подвода экспортных грузов к транспортным узлам составляют модели и алгоритмы, оценивающие возможности подвода экспортного груза (модель восстановления производственных возможностей предприятия).

Синхронизация отгрузки грузов в пунктах отправления с возможностями припортовой дороги осуществляется с помощью механизмов теории активных систем (методы согласования противоречивых интересов хозяйствующих субъектов).

## **2.2. Транспортный полигон: определение, задачи, функционирование**

Как указывают многие исследования [71–74], особенностью ТСЮР в ресурсном обеспечении и организации перевозочного процесса являются:

1) существующие диспропорции в развитии перевалочных мощностей основных глубоководных портов и пропускных способностей ближайших железнодорожных подходов к ним;

2) отставание от движения поездов с не востребованными получателями грузами, что приводит к большим потерям в эксплуатационной работе, возникающее постоянно [75];

3) отсутствие нормативной базы технологического обеспечения смешанных перевозок в железнодорожно-морском сообщении.

Основными направлениями повышения эффективности функционирования предприятий транспорта в организации смешанных перевозок являются развитие транспортной инфраструктуры и внедрение полигонных технологий.

Реализуются мероприятия по техническому развитию инфраструктуры и подвижного состава, в частности:

– модернизируется техническое оснащение перевозочного процесса (СКЖД получает и эксплуатирует современные, более мощные локомотивы, в ОАО

«НМТП» вводятся в действие краны грузоподъемностью 124 и 204 т и специальные манипуляторы, обновляется парк маневровых локомотивов и др.);

- выполняется строительство глубоководного порта Тамань;
- реализуются проекты развития дальних и ближних железнодорожных подходов к портам Азово-Черноморского бассейна, которые позволят освоить прогнозные грузопотоки;
- сформированы и функционируют единые комплексные диспетчерские смены;
- развиваются информационные технологии в рамках единого информационного пространства;
- внедряются новые автоматизированные системы, которые призваны повысить оперативность учета подхода судов, вагонов с учетом складывающейся метеорологической обстановки [76].

Опыт показывает, что одних лишь технических мероприятий недостаточно, необходимы разработка, развитие и внедрение прорывных технологий опережающего развития.

Максимальных объемов переработки грузов в портах можно достичь, управляя подводом грузов на протяжении всей логистической цепочки, которая зачастую включает не только припортовую дорогу. Целесообразно образование полигонов управления перевозочным процессом. Рассмотрим вопрос развития и внедрения полигонных технологий подробнее.

В соответствии с программой развития вертикали управления движением одним из главных и системообразующих векторов развития эксплуатационной деятельности является переход от функциональной структуры управления перевозочным процессом к построению производственных циклов с использованием принципов процессного подхода – планированию и организации движения поездов на укрупненных полигонах [77].

Развитие полигонной модели управления перевозочным процессом в ОАО «РЖД» представлено на рисунке 2.4.



Рисунок 2.4. Развитие полигонной модели управления перевозочным процессом

В Южном регионе с 2012 года на основе полигонных технологий реализовано управление работой локомотивных бригад и поездных локомотивов.

Результаты работы объединённым полигоном трех смежных дорог (Северо-Кавказской, Приволжской, Юго-Восточной) с 2012 по 2015 год показали рост производительности локомотивов на 12,4 %, среднесуточного пробега на 14,3 %, в то же время продолжительность сверхурочной работы локомотивных бригад снижена в 16 раз.

Полученный положительный опыт управления тяговыми ресурсами на Южном полигоне позволяет судить о целесообразности функционирования в рамках укрупненного полигона единого для него логистического центра, что позволит повысить ритмичность подвода поездов под выгрузку в порты юга России, улучшить сроки доставки грузов, уйти от стихийности, упорядочить перевозки. А также предоставлять услуги по отстоя составов поездов с грузами, не востребованными получателями, на инфраструктуре ОАО «РЖД» по всему маршруту следования, а не только на припортовой дороге, что позволит снизить и компенсировать затраты ОАО «РЖД».

Профессором А.Т. Осьмининим дано определение: «Полигон управления перевозочным процессом – это совокупность участков сети, имеющих единую

технологии работы тягового подвижного состава, идентичную инфраструктуру, зарождение и завершение производственных циклов при обслуживании общих пассажиро- и грузопотоков с максимальным транспортно-логистическим эффектом»[78].

Попытки организации полигонной модели управления на железных дорогах России предпринимались еще в начале прошлого века. В 1918 году было принято решение о переходе к окружной системе управления.

В отличие от сегодняшней необходимости централизации управления перевозками, основной идеей в тот период была децентрализация управления железными дорогами, возникшая еще в конце XIX века. Был разработан проект окружной системы управления. Основным фактором создания округов была возможность обслуживания одного географического района с характерной промышленностью, транспортной сетью, культурой и т. д. Предполагалось объединение в округ железнодорожных и водных путей. Полностью проект так и не был реализован [79]. Было организовано три округа: Сибирский, Туркестанский и Южный. В пределах своих полигонов и под общим руководством Эксплуатационного управления народного комиссариата путей сообщения (НКПС) они осуществляли все перевозки.

Опыт функционирования в 1918–1919 годах окружных управлений не дал и не мог дать никаких значительных положительных результатов, потому что был слишком непродолжительным. В частности, не были полностью определены отношения округов с НКПС и управлениями железных дорог [80–81].

В настоящее время на сети железных дорог ОАО «РЖД» завершен процесс перехода на вертикально интегрированную структуру управления. Компания функционирует как вертикально интегрированный холдинг, в структуру которого входят филиалы (железные дороги, функциональные, перевозочные компании и др.), представительства, дочерние и зависимые общества [82].

Перевозочный процесс реализуется при трехуровневой структуре управления: центральный уровень → региональный → линейный. При этом концентрация управляющих воздействий на линейные предприятия происходит

на региональном уровне, границы которого соответствуют границам 16 железных дорог (РЦКУ), при средней длине полигонов управления порядка 5 тыс. км [83].

В современных условиях под влиянием внешних и внутренних факторов необходимо развитие системы управления.

Продвижению поездов, организации грузовой работы, содержанию локомотивов, модернизации и строительству инфраструктуры на постоянной основе необходимы управляющие воздействия в границах нескольких железных дорог, что требует пересмотра и усовершенствования взаимодействия центрального и регионального уровней управления. Одним из наиболее эффективных вариантов является создание укрупненных полигонов управления перевозочным процессом. Возникает необходимость решения задачи определения границ укрупненных полигонов и их числа [84].

Учеными РГУПС совместно с руководителями и специалистами СКЖД выявлены и исследованы внутренние и внешние факторы, оказывающие наиболее существенное влияние на перевозочный процесс (таблица 2.3) [85].

Таблица 2.3

Факторы, определяющие реализацию полигонных технологий [85]

Наименование фактора	Объект, состояние, свойства, операция	Уровень управления	Показатели, измерители	Ответственная структура (предприятия)	Возможности управления перевозчиком
1	2	3	4	5	6
Рынок транспортных услуг	Объем рынка	Стратегический, текущий	Грузооборот (ткм)	Экономика страны, геополитика	Отсутствует
	Ценообразование	Текущий, операционный	Тарифы на перевозки (руб/ткм)	Правительство, индексы цен	Отсутствует
Грузовая база	Состояние	Операционный	Объем выпуска (потребления) продукции	Предприятия экономики страны	Отсутствует
	Перспективы	Стратегический	Объем выпуска (потребления) продукции	Предприятия экономики страны	Отсутствует
Технологические операции	Погрузка	Текущий, операционный	Объем погрузки (тыс. тонн, ваг., др.)	Грузоотправители, ОАО «РЖД»	Частично
	Выгрузка	Операционный	Объем выгрузки (тыс. тонн, ваг., др.)	Грузополучатели, ОАО «РЖД»	Частично
	Перевозка	Операционный	Объем перевозок (тыс. тонн, др.)	ОАО «РЖД»	Полностью

Окончание таблицы 2.3

1	2	3	4	5	6
Транспортная инфраструктура (стационарные устройства)	Железнодорожные станции и устройства	Стратегический, текущий	Перерабатывающая способность (составов, вагонов в сут.)	ОАО «РЖД»	Полностью
	Железнодорожные пути	Стратегический, текущий	Пропускная способность (пар поездов), грузонапряженность	ОАО «РЖД»	Полностью
	Объекты обеспечения	Стратегический, текущий	Мощность	ОАО «РЖД»	Полностью
Транспортная инфраструктура (мобильные транспортно-технологические устройства)	Тяговый подвижной состав	Текущий, операционный	Единиц	ОАО «РЖД»	Частично
	Вагонный парк	Текущий, операционный	Единиц	Операторы подвижного состава, ДЗО	Частично
Управление транспортировкой	Системы диспетчеризации и управления	Операционный	Уровни управления	ОАО «РЖД»	Полностью
	Грузовые и коммерческие операции	Операционный	Операций	ОАО «РЖД»	Частично
	Сервис на транспорте	Операционный	Доля в себестоимости (тарифе)	ДЗО, ОАО «РЖД»	Частично

Выполненное исследование позволяет оценить многообразие выявленных факторов, дать характеристику их состояния в настоящее время и на перспективу, оценить возможность воздействия на них со стороны перевозчика.

Проведенный анализ показал ограниченность возможностей перевозчика, что требует усиления внимания к тем факторам, где от его решений зависит получение конкретного результата, например, повышения качества работы, за счет усовершенствования технологии перевозок, повышения эффективности систем диспетчеризации и управления перевозками [85].

В настоящее время реализуется переход на полигонную структуру управления эксплуатационной работой. Пилотным проектом для отработки новых принципов и технологии управления выбран Восточный полигон сети железных дорог РФ. Он включает в себя подразделения и расположен в границах Дальневосточной, Забайкальской, Восточно-Сибирской и Красноярской железных дорог. Более 17 тыс. км железнодорожных путей пролегают по 14 субъектам РФ.

Работа производственных подразделений в рамках Восточного полигона привела к выполнению и улучшению бюджетных и производственных показателей [86].

Решаются вопросы образования полигонов управления перевозочным процессом на остальной части сети железных дорог, а также разработки единых технологических процессов их работы.

Актуальным является вопрос определения границ и числа полигонов. Можно выделить аналитический и технологический подходы к проблеме определения границ и числа полигонов. *Аналитический* основан на анализе связности ХС, осуществляющих перевозочный процесс:

1. Идентификация мер связности.
2. Использование экспертных знаний.
3. Технологии борьбы с высокой размерностью.
4. Применение эвристических методов, кластерных принципов (по географической близости).
5. Расчет возникающих экономических эффектов и дополнительных затрат.

Подробно этот подход представлен в работах [78, 83, 84, 87–88]. Полученное в [83] количество полигонов с указанием их границ представлено на рисунке 2.5.

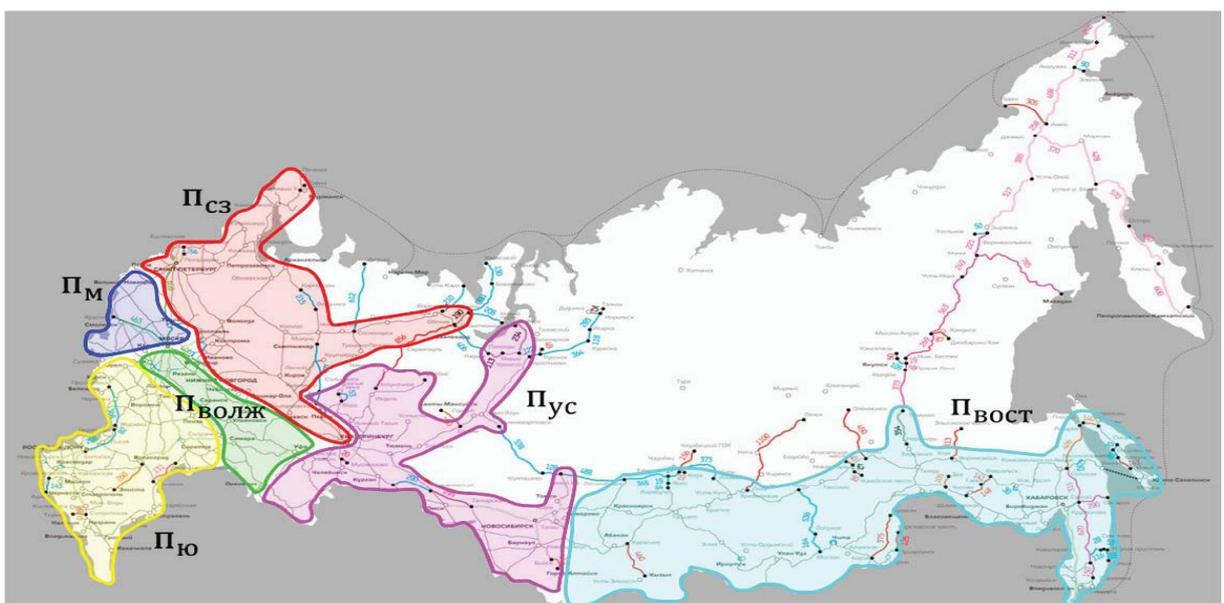


Рисунок 2.5. Карта сети с границами полигонов [83]

*Технологический* подход апеллирует к оценке факторов, характеризующих перевозочный процесс. К основным таким факторам можно отнести [89]:

1. Сосредоточение крупных выгрузочных районов. Около 70 % выгрузки формируется в пределах четырех железных дорог: Северо-Кавказской, Юго-Восточной, Приволжской и Куйбышевской.

2. Наличие Центра управления тяговыми ресурсами Южного полигона (ЦУТР ЮП).

3. Положительный опыт работы Логистического центра Северо-Кавказской дирекции управления движением.

4. Наличие отраслевого высшего учебного заведения (РГУПС), способного готовить высококвалифицированных специалистов.

Как показали наши исследования [76] при реализации полигонных технологий в Южном регионе экономическая эффективность будет получена по следующим элементам:

- «снижение на подходах к портам числа временно отставленных от движения поездов и экономических потерь порядка 1 млрд руб. в год;

- снижение резервного пробега локомотивов и числа случаев следования локомотивных бригад пассажирами;

- равномерное заполнение графика движения поездов;

- оптимизация плана формирования, которая позволит увеличить уровень маршрутизации и снизить число перерабатываемых только на полигоне Северо-Кавказской железной дороги транзитных вагонов на 500 вагонов в сутки с обеспечением годовой экономии 140 млн руб.;

- повышение надежности и скорости доставки грузов»[76].

Еще одним из направлений сокращения издержек транспортного процесса перевозок при реализации полигонных технологий является сокращение разрывов между тарифным и эксплуатационным грузооборотом железных дорог, образующих укрупненный полигон, которые обусловлены ограниченностью инфраструктуры, несогласованностью интересов участников перевозочного процесса из-за отсутствия соответствующих инструментов и методов, в том числе

нормативного обеспечения, устанавливающих их права и ответственность, неэффективным направлением вагонопотоков, неоформлениям кружности в соответствии с Правилами перевозок и др. [90].

Реализация полигонных технологий в ТСЮР позволит снизить разрывы между эксплуатационными и тарифными тонно-километрами полигона ( $\Delta\Gamma_{\text{полигон}}$ ) в целом:

$$\Delta\Gamma_{\text{полигон}} < \Delta\Gamma_{\text{СКЖД}} + \Delta\Gamma_{\text{ЮВЖД}} + \Delta\Gamma_{\text{ПривЖД}}, \quad (2.1)$$

где  $\Delta\Gamma_{\text{СКЖД}}$ ,  $\Delta\Gamma_{\text{ЮВЖД}}$ ,  $\Delta\Gamma_{\text{ПривЖД}}$  – разрывы между эксплуатационными и тарифными т-км на полигоне СКЖД, ЮВЖД, ПривЖД соответственно.

Несмотря на все положительные эффекты от реализации полигонных технологий, вопрос определения числа и границ полигонов не решен. Необходимы разработка и применение новых методов исследования и выделения полигонов. Целесообразно рассмотреть полигон как кластер регионального развития, с учетом возможного его влияния на территории регионов РФ. А также доработать определение полигона представлением: транспортный полигон – техноценоз, естественным образом регулирующий взаимодействие входящих в него подразделений, что позволит оценить степень его устойчивости, развития, тенденции изменения во времени и скорректировать их при необходимости.

### 2.3. Развитие методов мониторинга и анализа транспортных процессов

Вышеописанные процедуры отражают сложившееся состояние дел и имеющуюся специфику работы с данными о перевозочном процессе. Испытывается недостаток современных информационных технологий, обеспечивающих поддержку принятия решений и интеллектуализацию сложных транспортных процессов. В настоящем исследовании предлагается для этих целей использовать следующие инструменты, методы и технологии программы «Цифровая железная дорога»:

- Robotic Process Automation – роботизация бизнес-процессов.

- Big Data.
- Data Mining и Machine Learning (машинное обучение).
- Нейронные сети.
- OLAP-технологии.
- Механизм мониторинга полигона, заключающийся в постоянном обновлении данных, расширении OLAP-куба технологиями экспертного анализа, методами регрессионного анализа и теории распознавания образов. Система анализа формируется на основе ТАС.

Рассмотрим подробнее указанные выше методы и технологии. Концепция роботизации бизнес-процессов – Robotic Process Automation (RPA) – это новое направление автоматизации бизнес-процессов, позволяющее коренным образом изменить подход к выполнению повторяемых задач, связанных с ручным вводом и обработкой данных. Особенность RPA в том, что в рамках данной технологии одно приложение (программный робот) взаимодействует с другим приложением не через Application Programming Interface (API), или интеграционную шину, а через существующий пользовательский интерфейс. То есть одна программа общается с другой программой, имитируя действия пользователя.

Это в свою очередь определяет основные преимущества использования RPA:

- поскольку используется существующий интерфейс «приложение-пользователь», то при автоматизации с помощью RPA существующий IT-ландшафт остается неизменным. Инфраструктура RPA разворачивается поверх существующих информационных систем. Для многих компаний, имеющих и использующих имеющиеся системы, затрагивать которые нежелательно (очень затратно, плохо документированы, нет специалистов), это может быть эффективным решением. Кроме того, при использовании данной технологии остаются неизменными существующие контролирующие, регламентные процедуры и отчетность;

- за счет того, что RPA не изменяет IT-ландшафт, внедрение проходит очень быстро. Ощутимые результаты достижимы в первые 2–3 недели

использования. Если же по какой-либо причине необходимо вернуться к прежней схеме работы, достаточно отключить робота и вернуть обработку задачи сотруднику;

– RPA внедряется постепенно, а результат наступает уже после роботизации первого процесса, значительно снижая затраты и повышая операционную производительность при небольших инвестициях в технологию.

Результаты от внедрения RPA могут быть следующими:

- рост производительности труда;
- снижение человеческого фактора (ошибки, опечатки и т. д.);
- возможность быстрой модификации и перестройки при необходимости;
- простота масштабирования технологии;
- 100 %-е протоколирование действий, что особенно важно в транспортно-технологических процессах (безопасность движения, транспортная безопасность и т. д.).

По опыту внедрения RPA, все это дает от 40 до 80 % снижения прямых затрат на обработку процессов.

Реализация указанной технологии возможна двумя распространенными практическими подходами программной роботизации:

1. Размещение на компьютере сотрудника. В данном случае робот не заменяет сотрудника на 100 %, а лишь выполняет некоторые однотипные задачи, выступая в роли цифрового ассистента. Как правило, при этом роботизируются задачи, возникающие время от времени и не требующие выделения под них сотрудника на полный рабочий день. Решением может быть установка на компьютер сотрудника модуля роботизации в дополнение к установленным приложениям.

2. Выделенное виртуальное рабочее место. В этом сценарии создается виртуальная среда, в которой работают только роботы. Эта среда может содержать в себе большое число различных роботов, постоянно выполняющих

свои задачи. Схема применима для массового использования программных роботов под большое количество задач.

Сегодня платформы от ведущих поставщиков RPA (Automation Anywhere, Blue Prism, Workfusion и других), а также решения на базе open source функционируют и вносят существенный вклад в повышение производительности.

Перспективным вектором развития этой технологии является комбинирование роботизации процессов с искусственным интеллектом (artificial intelligence) и машинным обучением (machine learning), что предполагает:

- способность получения и выделения информации из сложных массивов неструктурированных данных;
- способность принятия решения, основанная на элементах машинного обучения.

Пилотные проекты уже реализуются в компании ОАО «РЖД», их результаты показывают высокую эффективность и большой потенциал применения указанных технологий на транспорте [91].

В период быстрых изменений в области цифровых технологий не имеет смысла кардинально менять информационную систему, так как к моменту окончания внедрения она уже устареет и процесс надо будет начинать заново. В данной ситуации оптимально максимально использовать имеющуюся инфраструктуру за счет «лоскутной» автоматизации с использованием концепции RPA. А основное внимание следует уделить системе сбора и хранения данных, эффективные методы и инструменты, позволяющие это делать, рассмотрены ниже.

Современные пользователи и цифровые устройства генерируют информацию в огромных масштабах. И объем данных растет по экспоненте.

Эта тенденция, характеризующая и транспортную отрасль, делает востребованными технологии и подходы по обработке огромных массивов информации, которые называют Big Data, или «Большие Данные». Встречаются разные определения «Больших Данных»: когда данных больше чем 100 Гб (500

Гб, 1 ТБ и т. д.); данные, которые невозможно обрабатывать в Excel или на одном компьютере.

Наиболее распространенное определение «Больших Данных»: – «это подходы, инструменты и методы обработки большого количества разнообразных структурированных и неструктурированных данных с целью получения эффективных результатов, в условиях непрерывного прироста и распределения данных по различным узлам вычислительной сети»[92].

Большие данные имеют несколько признаков, так называемые 4V.

Объём (volume) – главная характеристика, которая делает данные «большими». Нет смысла сосредотачиваться на минимальных единицах хранения, поскольку общий объем информации растет экспоненциально каждый год. Необходимо быть готовым обрабатывать любые объемы данных.

Многообразие (variety) – все больше и больше информации оцифровывается. Структурированные данные дополняются неструктурированными данными.

Достоверность (veracity).

Скорость (velocity) – это частота входящих данных, которые необходимо обработать, а также скорость ответа на запрос пользователя. Технология «Больших Данных» должна обеспечивать потоковую обработку «Больших Данных» на требуемых скоростях. Задержки в обработке крайне губительны – как для уровня сервиса, так и для качества принимаемых менеджерами решений.

Существует версия и с «шестью V» (в этом варианте добавлены viability – жизнеспособность, и value – ценность), и даже «семью V» (кроме всего вышеперечисленного сюда отнесена также viability – переменчивость, или visualization – визуализация).

Наряду с термином Big Data часто используются два других важных и популярных термина:

– Data Mining (интеллектуальный анализ данных, глубинный анализ данных) – совокупность методов обнаружения в данных ранее неизвестных, практически полезных и доступных знаний, необходимых для принятия решений;

– Machine Learning (машинное обучение) – подраздел искусственного интеллекта, изучающий методы построения алгоритмов, способных самообучаться.

В [93] рассмотрена возможность применения указанных методов для нормализации движения поездов на железнодорожных направлениях.

Одним из перспективных разделов машинного обучения являются нейронные сети. Искусственные нейронные сети (ИНС) (Artificial neural networks, ANN) – упрощенные модели биологических нейронных сетей, структура, которая принимает сигнал, преобразует его (примерно так, как это делают настоящие нейроны) и передает другим нейронам (которые делают то же самое) [94]. Искусственный нейрон (Artificial neuron) – упрощенная модель биологического нейрона. Искусственная нейронная сеть (ИНС) – совокупность искусственных нейронов, взаимодействующих между собой.

Рассмотрим возможности применения ИНС.

Перед региональной транспортной системой стоят различные задачи и проблемы. Посредством компьютерных программ, автоматизированных систем решаются задачи малой или средней сложности, алгоритм решения которых точно известен.

С помощью специальных статистических методов целесообразно решение задач, алгоритм решения которых частично известен. Проблемы высокой сложности, решение которых неизвестно необходимо решать с помощью нейронных сетей.

Кроме способности к решению нового класса задач ИНС имеют следующие сильные стороны: устойчивость к шумам входных данных, возможность адаптации к изменениям среды, высокая отказоустойчивость, очень высокое быстродействие.

Недостатками ИНС являются: не способность выдачи точных и однозначных результатов, отсутствие возможности принятия решений в несколько этапов.

В связи с этим ИНС в настоящее время – дополнительный функционал, более актуальными являются компьютерные программы. Интеграция этих инструментов позволяет нивелировать указанные недостатки, использовать сильные стороны.

Нейронные сети устроены крайне сложно. Основы устройства нейронов и искусственных нейронных сетей подробно рассмотрены в [94].

Важнейшее значение в искусственном нейроне занимает функция активации, которая позволяет обработать сигналы и сформировать адекватный выходной сигнал. Для различных типов искусственных нейронов используют самые разные функции активации.

Важной особенностью ИНС является возможность обучения. Целесообразный вариант обучения – менять веса связей.

Глубокое обучение (глубинное обучение; англ. deep learning) – раздел машинного обучения, возникновение которого стало возможно благодаря росту вычислительных мощностей и накопленного опыта. Алгоритмы глубокого обучения имеют более совершенную систему извлечения признаков, а также способность формировать дополнительные слои в рамках нейронной сети в процессе обучения. Различные комбинации этих методов реализуют сложные системы, позволяющие решать различные задачи искусственного интеллекта.

Применение ИНС к задаче прогнозирования прибытия поездов отражено в [95]. В [96] рассмотрены технологии и методы применения ИНС различных архитектур к задачам диагностики объектов железнодорожного пути, контроля доступа на транспортные предприятия, расчета плана формирования поездов и др.

### **Понятие о хранилищах данных, построенных на OLAP-технологиях.**

Транспортный полигон представляет собой сложную, многомерную, многоаспектную систему. Получение аналитической отчетности о работе ТП с помощью информационных систем, основанных на традиционных базах данных, сопряжено с рядом ограничений [97–98]:

– разработка отчетов требует привлечения специально обученного человека;

- отчеты формируются достаточно медленно (скорость подготовки отчета отстает от скорости изменения информации);
- данные, получаемые от различных структурных элементов ТП, не унифицированы и часто противоречивы.

В этой связи предлагается в СППР ТП применение информационно-аналитических систем, построенных на базе OLAP-технологий. К преимуществам OLAP-систем относятся следующие свойства:

- предметная ориентированность;
- многопользовательский режим работы;
- прямой доступ к данным;
- сосредоточение необходимых данных в одном месте;
- удобная визуализация информации;
- online-функционирование;
- хорошая оперативность (быстрая детализация итоговых данных, высокая скорость формирования отчетов и их точность, возможность самостоятельного формирования нужных отчетов);
- возможность сведения данных из разных баз и др.

Технология комплексного многомерного анализа данных получила название OLAP (*On-Line Analytical Processing*). OLAP – это ключевой компонент организации хранилищ данных. Существует ряд требований к приложениям для многомерного анализа.

- Оперативное предоставление пользователю результатов анализа (обычно не более 5 с). Перевозочный процесс характеризуется высокой скоростью поступления информации «от колеса». При этом при необходимости на первом этапе исследования жертвуют детальностью проведенного анализа.
- Возможность осуществления любого логического (выраженного вербальными средствами) и статистического анализа, характерного для данного приложения, и его сохранения в доступном для конечного пользователя виде. Например, обработка вербального запроса: «найти перечень объектов

инфраструктуры полигона, требующих технического обслуживания в ближайшие три месяца». Статистический анализ может состоять в расчете средних значений времени задержек, финансовых потерь, сбоев в системе и т. д.

- Многопользовательский доступ к данным с поддержкой соответствующих механизмов блокировок и средств авторизованного доступа. Информацией, расположенной в OLAP-кубе, как правило, пользуются руководители и специалисты различных служб и уровней управления перевозочным процессом. В этом случае они должны оперировать одной информацией. Блокировка нужна для исключения несанкционированного доступа «посторонних».

- Иерархическое, многомерное концептуальное представление данных, т. е. OLAP-куб должен иметь понятную для пользователей (неспециалистов в информационных технологиях) структуру данных.

- Возможность получения необходимой информации независимо от места ее хранения и объема.

OLAP-технологии тесно связаны с OLTP-системами. OLTP (*On-Line Transaction Processing*) – это транзакционная система, которая представляет собой способ организации, при котором система работает с идущими большим потоком небольшими транзакциями, что позволяет минимизировать время отклика для клиента.

Основными отличиями хранилищ данных от обычных баз данных являются:

1. Базы данных (БД) – для выполнения повседневной работы, хранилища – для принятия решений.

Например, продажа билетов, регистрация груза, выписка счетов, учетных документов и пр. производится с использованием традиционных баз данных, а анализ динамики продаж билетов, объемов перевозимого груза, числа сбоев в системе за несколько лет производится с помощью хранилищ данных. Они позволяют выявить проблемы, спрогнозировать ход исследуемого процесса, спланировать работу с поставщиками, клиентами, посредниками, партнерами по организации перевозочного процесса.

2. Подверженность баз данных постоянным изменениям обусловлено работой пользователей. Обновление данных в соответствии с расписанием (ежечасно, ежедневно, еженедельно) позволяет стабилизировать хранилище данных.

3. Источником данных, попадающих в хранилище, обычно и являются базы данных. Кроме того, хранилище может пополняться за счет внешних источников, например, статистических отчетов.

OLAP – это надстройка над OLTP и использует транзакционные системы в качестве источников данных.

Таким образом, различаются два типа контура обработки информации:

- системы оперативной обработки транзакций;
- системы класса поддержки принятия решений.

В контуре управления OLAP-куба по кольцу взаимосвязаны 5 функций: планирование, учет, контроль, анализ, принятие решений.

Достаточно большое внимание к представленным информационным технологиям и методам и их подробный анализ связаны с высокой практической ценностью данных видов алгоритмов и возможностью применения в сложных транспортных процессах региональной транспортной системы, транспортного полигона.

#### **2.4. Транспортный полигон – техноценоз и кластер развития региональной транспортной системы**

Необходимо определение полигона дополнить представлениями: транспортный полигон – техноценоз, полигон – кластер регионального развития, которые позволят применить к задачам определения числа полигонов, выделения их границ, развития и функционирования новые инструменты и методы.

Определение «техноценоз» дано в работах профессора Б.И. Кудрина в соответствии с термином «биоценоз» с учетом сохранения методов его исследования и свойств. Техноценоз – искусственная система, ограниченная в

пространстве и времени, со слабыми связями и едиными целями, выделяемая для целей проектирования или строительства [99].

В рамках техноценоза (в нашем случае – транспортного полигона) выделяются семейства объектов и процессов (средств и объектов автоматизации перевозочного процесса), а также их отдельные виды. Каждый конкретный объект (процесс), с одной стороны, уникален, а с другой стороны, создан на основе общих методологических (регламентирующих) документов, и/или иной информации, которую можно отождествить с генетическим кодом живых существ [99].

Действующий техноценоз обладает устойчивостью структуры и развития. В рамках существующих техноценозов зарождаются новые, их развитие происходит самостоятельно в результате развития основополагающих научных и инженерных решений. Замещение одних техноценозов другими являет собой процесс развития производительных сил и эволюционное развитие техноценозов в рамках техносферы.

На железнодорожном транспорте впервые ценологическое исследование было проведено М.В. Колесниковым [100]. В частности, им исследовано тяговое обеспечение перевозочного процесса на Северо-Кавказской железной дороге, в том числе изменение числа капитальных ремонтов локомотивов. Сформулированные выше проблемы оценены им путем построения ценозов. Они отражают вполне устойчивую картину развития вспомогательной инфраструктуры (ремонтной базы) СКЖД.

В исследовании [101] введено понятие условного ценоза – квазиценоза, существование которого возможно при условии включения в него элементов других квазиценозов.

В ценологии для описания закономерностей применяются следующие понятия: особь, вид, популяция и др. При построении ценозов полигона особями могут выступать железнодорожные станции, тяговый подвижной состав, локомотивные депо, информационные системы и другие персонифицированные элементы. Вид могут составлять следующие предприятия: грузовые, сортировочные, участковые и др. станции; дистанции пути, СЦБ,

электроснабжения; локомотивные и вагонные депо и т. д. Группу особей одного вида – популяцию, составят технические станции и т. д. Структурные элементы полигона, которые целесообразно оценивать с помощью ценологического анализа, представлены в таблице 2.4.

Таблица 2.4

## Характеристики техноценозов полигона

№ п/п	Особь техноценоза	Виды техноценоза
1	Железнодорожные станции	классы: внеклассные, 1, 2, 3, 4, 5 класс
		назначение и характер работы: сортировочные, участковые, грузовые, пассажирские, промежуточные, обгонные пункты, разъезды
2	Железнодорожные линии	классы: 1, 2, 3, 4, 5 класс
		специализация и характеристика: грузовые, пассажирские, малоинтенсивные, с тяжеловесным движением, высокоскоростные, скоростные, особо грузонапряженные
3	Подразделения локомотивного хозяйства	эксплуатационные подразделения: эксплуатационные локомотивные депо, цех эксплуатации (пассажирское движение), цех эксплуатации (грузовое движение)
		подразделения по ремонту: сервисные локомотивные депо, сервисное отделение
4	Линейные предприятия вагонного хозяйства	эксплуатационные вагонные депо, механизированные пункты текущего ремонта, пункты технического обслуживания, вагонные ремонтные депо, пассажирские вагонные депо, вагонные участки
5	Тяговый подвижной состав	магистральные локомотивы: ВЛ-80, 2ЭС4К, ТЭП70, 2ТЭ116, ЭП-1, ЭП-20 и др.
		маневровые локомотивы: ЧМЭ-3, ТЭМ-7А, ТЭМ-14 и др.

Целесообразно построение ценозов полигона по следующему алгоритму:

## 1. Построение гистограммы (рисунок 2.6).

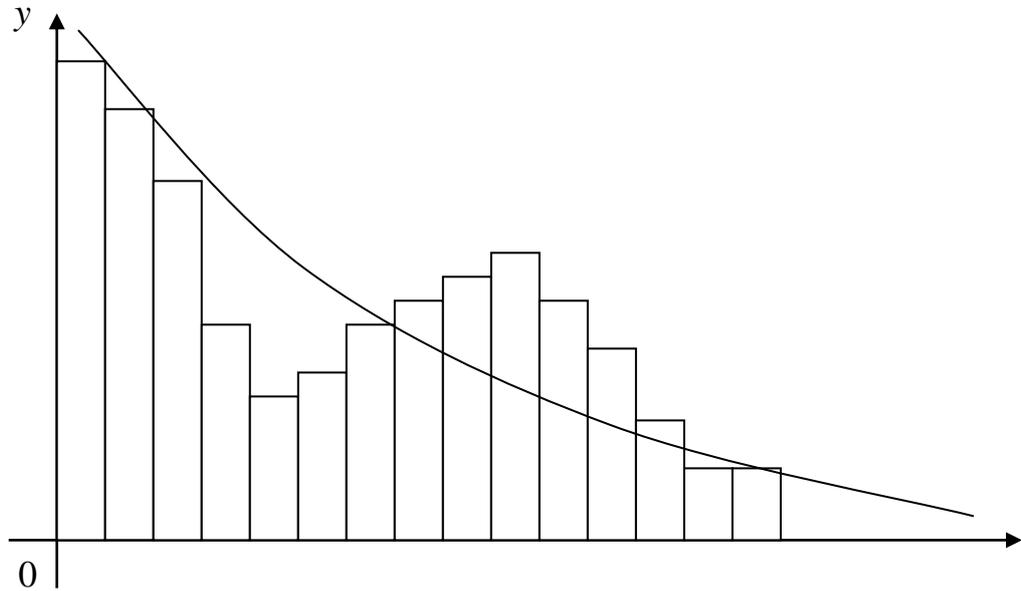


Рисунок 2.6. Идентификация модели ценоза

## 2. Аппроксимация зависимости (2.2).

$$y = \frac{A}{x^\alpha}, \quad (2.2)$$

где  $x$  – некоторый параметр техноценоза (количество технических станции, диспетчерских участков, плеч обращения локомотивов, локомотивных бригад, локомотивный парк и др.)

## 3. Оценка точности аппроксимации:

- если точность неудовлетворительная, то ценоза нет – необходима разработка мер, обеспечивающих возникновение ценоза;
- если точность удовлетворительная, то ценоз есть. Необходимо рассмотреть параметр ценоза  $\alpha$ , сравнить с оптимальным значением ( $\alpha = 1$ ) [102].

По изменению параметра ценоза  $\alpha$  можно оценить его динамику:

- 1) если  $\alpha = 1$  – техноценоз является оптимальным [автореферат Кузьминов];
- 2) если  $\alpha < 1$  и  $\alpha \rightarrow 1$  или  $\alpha > 1$  и  $\alpha \rightarrow 1$ , то происходит позитивное развитие ценоза;

3) если динамика параметра  $\alpha$  противоположна динамике, описанной в п. 2, то техноценоз разрушается.

4. Повторение построения зависимости (1) для различных временных моментов.

Применение инструментов и методов ценологии, ценологического анализа к исследованию и формированию полигонов позволит получить устойчивую структуру, способную естественным образом регулировать взаимодействие входящих в него подразделений, а также оценить степень его устойчивости, развития, тенденции изменения во времени и скорректировать их при необходимости.

Вопрос разработки методов оптимальных структур управления организациями и компаниями изучается давно. Опубликовано множество научных трудов по применению указанных методов в транспортной сфере, среди них, например, [103, 104].

В условиях рыночной экономики хозяйствующие субъекты (ХС) могут характеризоваться различной степенью связности – от жесткой системной  $S$  (неповоротливой, слабо адаптирующейся) до полного отсутствия взаимодействия  $B$  (рисунок 2.7). Оба крайних варианта не способствуют эффективному развитию региональных транспортных систем.

Следовательно, необходим инструментарий, компенсирующий этот недостаток. Таковым является метод кластеризации ХС.



Рисунок 2.7. Степень связности ХС

Кластерная организация ( $K$ ), характеризуемая сетевым взаимодействием ХС, занимает промежуточное место между состояниями  $S$  и  $B$ . В условиях

рыночного развития как конкуренции, так и сотрудничества образуются совокупности согласованно работающих организаций – кластеров.

Кластерная стратегия развития предполагает:

- развитие устойчивых связей (отношений) между членами кластера – агентами (рисунок 2.8);
- формирование полного цикла производства.

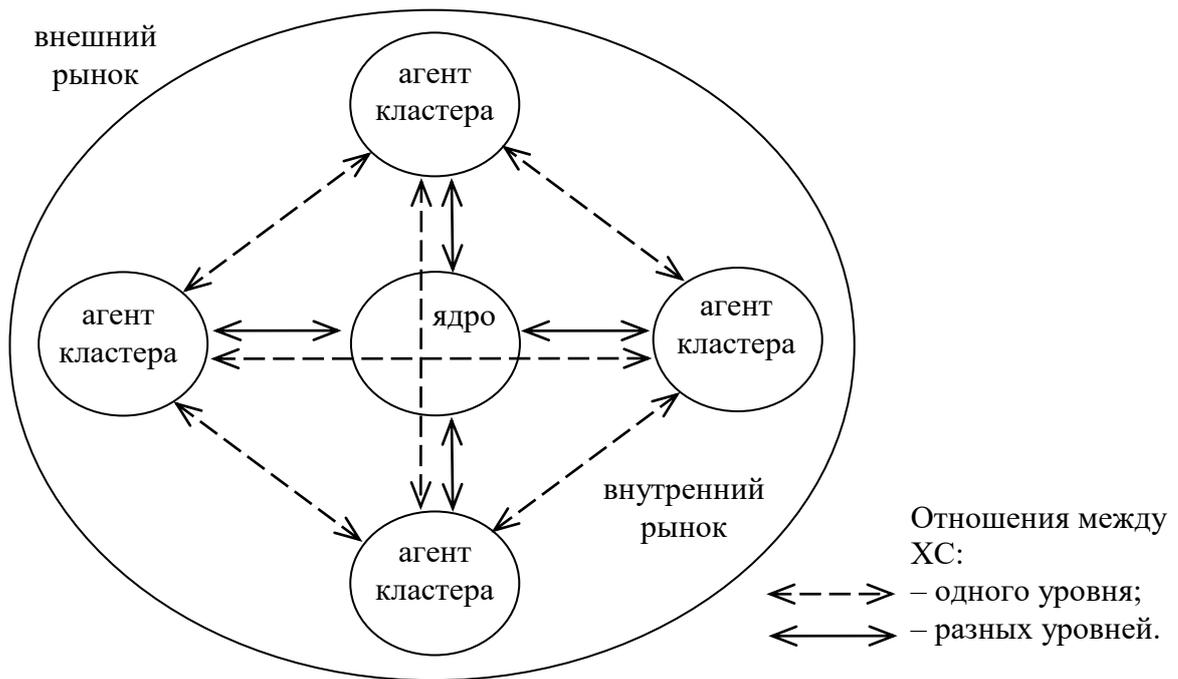


Рисунок 2.8. Схема кластера

Кластерная стратегия создает условия для эффективного использования преимуществ территории, формирования устойчивых конкурентных преимуществ.

В нашем случае агентами транспортного кластера являются организации, задействованные в основном (перевозочном) и вспомогательных (ремонт, снабжение и др.) производствах: потребители и производители транспортных услуг.

Функционирование участников кластера в условиях противоречивых отношений конкуренции и сотрудничества позволяет получить более высокие показатели конкурентоспособности кластера по сравнению с показателями

отдельных агентов. Кластерная организация является эффективной формой повышения конкурентоспособности, позволяющей компаниям не только функционировать, но и развиваться.

Кластеры можно выделить в разных сферах деятельности:

1. Кластер регионального развития (в данном случае транспортная система – агент кластера).

2. Транспортный кластер (здесь агентами кластера являются участники логистической цепочки, перевозочного процесса: грузоотправители, грузополучатели, перевозчики, операторы, терминалы и т.д.).

Состояние и динамика развития транспортного кластера зависят от ряда внешних (тренды развития экономики региона, инновационная политика государства, природно-климатические условия функционирования) и внутренних факторов. Процесс кластеризации может быть достаточно хорошо описан схемой, представленной на рисунке 2.9, и должен быть управляемым.

Учитывая особенности ТП, рассмотрим возможность кластерной организации, осуществляемой двумя путями движения: по направлению 1, если развитие ТП сдерживается жесткими системными отношениями ХС, и по направлению 2, если ХС недостаточно скоординированы.

Рассмотренные далее положения раскрывают сущность образования кластеров, формируют инструментарий кластеризации [105–106].

Децентрализация организации управления транспортной компании может быть проведена путем обособления из ее управленческой структуры автономных подразделений. Которые со временем реорганизуются в отдельные компании, либо ликвидируются, а их деятельность передается сторонним организации на аутсорсинг.



Рисунок 2.9. Схема процесса кластеризации

Подробно и детально метод выделения автономных предприятий из структуры транспортного предприятия рассмотрен в [105]:

1 Формирование схемы организационно-управленческой структуры в виде графа.

2 Сбор экспертных оценок степени взаимодействия между единицами управленческой структуры.

3 Применение алгоритмов кластерного анализа, с помощью которых происходит выделение в структуре автономных в значительной степени частей – кластеров.

4 Формирование конкретных предложений по выделению из структуры предприятия отдельных подразделений.

Необходимый для третьего этапа математический аппарат – алгоритмы кластерного анализа (метод  $k$ -медоидов и метод силуэта) – рассмотрен в [106].

В стандартных условиях, когда, например, происходит кластеризация некоторого конечного подмножества  $X$  плоскости  $R^2$ , обычно применяется алгоритм  $k$ -средних (алгоритм Ллойда) [105].

Примером повышения эффективности крупной компании путем выделения некоторых подразделений в отдельные компании в нашей стране является ОАО «РЖД», которое постепенно реформируется, выделяя свои подразделения в отдельные акционерные общества.

Данная тенденция распространена в других странах (Deutsche Bahn AG и др.) и не только на транспорте.

Второй способ кластеризации основан на процессе интеграции разрозненных компаний, которые, например, представляют различные виды транспорта. Организационной структурой кластеризации по данному направлению может стать создание и внедрение единых технологических процессов, саморегулируемых организации (КЛЦ и др.) [107–110]. Необходима разработка математического инструментария, который позволит регламентировать взаимоотношения, согласовать противоречивые интересы, входящих в кластер предприятий одного и разных уровней управления.

## **2.5. Выводы по второй главе**

Исследованы подходы и методы совершенствования систем управления перевозками. В частности, анализу подвергнуты понятие, значение, содержание и функции единых технологических процессов: ЕСТП, ЕТПП, ЕКТП, ЕТП. 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.

Выполненный анализ категории «транспортный полигон», подходов к формированию оптимального числа полигонов и их границ выявил необходимость доработать определение полигона представлениями: транспортный полигон – кластер экономического развития укрупненного региона, транспортный полигон – техноценоз, естественным образом регулирующий взаимодействие субъектов экономической деятельности региона.

Что позволяет переформулировать его задачи, механизмы функционирования, применить к нему 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 скорректировать при необходимости.

Выполнен анализ инструментов и методов цифровизации, исследована возможность их внедрения в транспортные процессы ТСЮР, выявлено значительное влияние указанных методов на повышение эффективности и конкурентоспособности региональной транспортной системы.

Моделирование транспортных процессов в новых концептуальных рамках, управление ими, внедрение рассмотренных методов цифровизации требует разработки математического инструментария, развития методов мониторинга и анализа региональной транспортной системы.

### **3. Инструментарий исследования и моделирования деятельности участников перевозочного процесса в регионе**

Проанализирован и развит инструментарий исследования ТП: методы PEST- и SWOT-анализа, обеспечивающие переход от логико-лингвистической (экспертной) информации к аналитическим постановкам задач принятия решений; методы восстановления и прогнозирования изменения зашумленных данных о работе предприятий ТП, механизмы принятия решений в условиях дефицита ресурсов и высокой априорной неопределенности. В частности, подробно исследованы задачи согласования интересов хозяйствующих субъектов одного и разного уровня управления, расчета параметров накопительной системы ТП.

#### **3.1. Особенности применения PEST- и SWOT-анализа к исследованию транспортных полигонов**

В условиях глобальных технологических, экономических и политических изменений развитие и устойчивое функционирование любых социально-экономических и технологических систем, в том числе и ТП, происходит под влиянием этих изменений.

Транспортная система Южного региона России (ТСЮР), как видно из анализа в главе 1, включает все виды транспортных коммуникаций – железные и автомобильные дороги, внутренние водные и морские пути сообщения, морские и речные порты, воздушные трассы и аэропорты, нефте- и газопроводы. Она связывает страну с мировым сообществом, являясь инфраструктурной основой обеспечения внешнеэкономических связей России, ее интеграции в глобальную экономическую систему. В силу этого влияние факторов внешней и внутренней среды на функционирование и развитие транспортной системы Южного региона является существенным в формировании ее стратегии [106]. Факторы внешней среды следует рассмотреть на следующих уровнях [111]:

- глобальный, межгосударственный (международное сообщение; смешанные перевозки, системное развитие);
- государственный (обеспечение межрегионального товарного обмена на основе транспортно-экономических балансов);
- региональный (социально-экономическое развитие региона в национальной экономической системе: транспортная отрасль);
- областной, республиканский, краевой (интеграция транспортных систем субъектов в национальную);
- предприятий (балансирование инфраструктуры транспорта общего и необщего пользования).

Для анализа факторов внешней среды на стратегическом уровне целесообразно использовать метод PEST-анализа, предполагающий анализ политических, экономических, социокультурных и технологических факторов.

С помощью SWOT-анализа [112] формируются следующие категории внешних и внутренних факторов, используемые на уровнях стратегического и тактического управления:

- Strengths (сильные стороны);
- Weaknesses (слабые стороны);
- Opportunities (возможности);
- Threats (угрозы).

В работе [113] предложено для технологии SWOT-анализа осуществлять выдвижение и отбор факторов каждой группы экспертным способом по следующей схеме:

«1. Определение шкалы оценок факторов  $[a_j, b_j]$ , где  $a_j$  – минимальное (наихудшее) значение фактора;  $b_j$  – максимальное (лучшее) значение фактора. Для удобства и однозначности восприятия экспертами для всех факторов может использоваться одинаковая шкала, например, степени важности (3 – высокая, 2 – средняя, 1 – низкая).

2. Формирование потенциального множества факторов путем опроса экспертов без их отсеивания: пусть  $F$  – множество факторов  $F = \{F_1, F_2 \dots F_k\}$ .

3. Определение оценок факторов  $c_{jm}$ ,  $a_j \leq c_{jm} \leq b_j$  – вес  $m$ -го фактора, определенный  $j$ -м экспертом,  $j = \overline{1, l}$ ,  $m = \overline{1, k}$ .

4. Вычисление суммарного веса фактора  $C_m = \sum_{j=1}^l c_{jm}$ .

5. Определение метода отбора значимых факторов: в процентном соотношении от количества; по правилу Парето; по распределению величин  $C_k$  и т. д.

6. Отбор значимых факторов: в соответствии с выбранным методом»[113].

В настоящем исследовании предлагается этот подход применить для PEST- и SWOT-анализа с учетом приведенных ниже модификаций.

Усовершенствование автором предложенной в [113] схемы формирования ключевых факторов заключается в следующем.

По п. 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.  $[a_j^l, b_j^l]$ , где  $a_j^l$  – минимальное (наихудшее) значение фактора  $j$  для эксперта  $l$ ;  $b_j^l$  – максимальное (лучшее) значение фактора  $j$  для эксперта  $l$ . Если фактор измерим, то его значение также определяется с учетом мнения эксперта в сторону повышения или понижения с использованием неформализуемой информации.

По п. 2: формирование потенциального множества учитываемых факторов можно осуществить следующим образом:

– путем опроса экспертов находятся частные наборы факторов:

$$F_j = (F_{1j}, F_{2j}, \dots, F_{mj, j}) \quad (3.1)$$

– объединение частных наборов, т. е.

$$F = \bigcup_{j=1}^l F_j, \quad (3.2)$$

дает полный набор учитываемых факторов.

По п. 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:

$$\bar{c}_{jm} = \frac{c_{jm} - a_j}{b_j - a_j}. \quad (3.3)$$

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

По п. 4: предлагаются две модификации расчета суммарных оценок:

1) по среднему арифметическому (как это сделано в [109]). Подход адекватен, если эксперт использует для анализа факторов логическую связку «или». При этом используется формула:

$$c_m^a = \frac{1}{l} \sum_{j=1}^l c_{jm}; \quad (3.4)$$

2) по среднему геометрическому (расширяющему возможности метода). Адекватно, если эксперт использует для анализа факторов логическую связку «и».

$$c_m^g = \left( \prod_{j=1}^l c_{jm} \right)^{\frac{1}{l}}. \quad (3.5)$$

Кроме того, следует учесть неравнозначность экспертов по значимости. Для этого используем взвешенные оценки экспертов.

Это предложение дает веса факторов в виде:

$$c_m^a = \frac{\sum_{j=1}^l c_{jm} \cdot \alpha_j}{\sum_{j=1}^l \alpha_j}, \quad (3.6)$$

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

А при среднегеометрическом взвешенном:

$$c_{mmz} = \left( \prod_{j=1}^l c_{jm}^{\alpha_j} \right)^{\frac{1}{\sum \alpha_j}}. \quad (3.7)$$

Для расчета весов экспертов можно использовать процедуру оценки компетентности, описанную в [100], суть которой заключается в фиксации и сравнении частных мнений экспертов с общим мнением экспертной группы, стимулировании повышения профессиональной подготовки, компетентности, ответственности экспертов за принятые решения, практической эффективности решений.

С целью учета опыта и интересов участников перевозочного процесса в группу экспертов включаются представители структур, представленных на рисунке 3.1.



Рисунок 3.1. Структура членов экспертной группы

После обработки результатов экспертных оценок по представленной выше методике наиболее значимые факторы сведены в PEST-матрицу (таблица 3.1).

В главе 4 приводятся расчеты по SWOT-анализу.

Разработка стратегии развития ТСЮР базируется на сформированном с помощью экспертного метода «проблемного поля», включающего относительно независимые друг от друга мероприятия. Проведенная количественная оценка взаимовлияния сильных и слабых сторон, возможностей и угроз позволяет

получить проблемное поле ТСЮР и сформулировать приоритетные направления развития.

Таблица 3.1

## Анализ внешней среды ТСЮР методом PEST-анализа

Политические	Экономические
1. Межнациональная политика в области транспорта. 2. Введение ограничений на экспорт/импорт отдельных категорий товаров. 3. Налоговая политика (снижение НДС, повышение налога на недвижимое имущество). 4. Тенденции к урегулированию или дерегулированию в сфере транспорта. 5. Изменения во взаимоотношениях с ключевыми торговыми партнерами	1. Уровень экономического развития России, Южного региона, субъектов РФ. 2. Структура и динамика ВВП, ВРП. 3. Национальные тарифные политики. 4. Динамика и темпы роста мировой экономики. 5. Изменение курса рубля. 6. Снижение уровня инфляции и процентных ставок. 7. Экономическое положение транспортного комплекса
Социокультурные	Технологические
1. Низкие темпы прироста населения. 2. Снижение уровня экономически активного населения. 3. Изменение уровня и образа жизни населения. 4. Развитие курортных и санаторных зон. 5. Развитие туризма	1. Состояние предприятий транспортной инфраструктуры. 2. Организационно-правовая форма транспортных предприятий. 3. Развитие информационных технологий. 4. Использование инновационного подвижного состава. 5. Себестоимость транспортных услуг

Суммарный вес показателя проблемного поля, формируемый сильными сторонами, определяется по формуле:

$$P_i = \sum_{O_j \in P_i} \sum_k c_{jki} + \sum_{T_r \in P_i} \sum_k c_{rki}, \quad (3.8)$$

где  $c_{jki}$  – оценка взаимовлияния  $O_j$  с  $S_k$ , определяющая показатель  $P_i$ ,

$c_{rki}$  – оценка взаимовлияния  $T_r$  с  $S_k$ , определяющая показатель  $P_i$ .

Суммарный вес показателя проблемного поля, формируемый слабыми сторонами, определяется по формуле:

$$P_i = \sum_{W_k \in P_i} \sum_k c_{jki} + \sum_{W_k \in P_i} \sum_k c_{rki}, \quad (3.9)$$

где  $c_{jki}$  – оценка взаимовлияния  $O_j$  с  $W_k$ , определяющая показатель  $P_i$ ,

$c_{rki}$  – оценка взаимовлияния  $T_r$  с  $W_k$ , определяющая показатель  $P_i$ .

Суммарные оценки сформулированных проблем позволяют выявить наиболее значимые из них.

PEST и SWOT-анализ формирует факторное пространство доминант в стратегии развития ТСЮР. При этом разрешение сложившихся или прогнозируемых противоречий, коллизий и проблем является самостоятельной задачей. Вектор проектных решений направлен на разработку мероприятий, снижающих риски, и реализацию сильных сторон и возможностей ТСЮР. Решения могут предлагаться как экспертным путем (с использованием процедур, аналогичных методу «мозгового штурма»), так и расчетными и аналитическими выводами.

### **3.2. Морфологический анализ ресурсоориентированного развития транспортной системы Южного региона**

В данном разделе морфологический анализ (МА) применен для оценки развития транспортной системы Юга России (ТСЮР). С этой целью сформулированы критерии функционирования ТСЮР и определены ключевые ограничения задачи. МА позволяет не только установить причинно-следственные связи составных элементов исследуемого транспортного комплекса, но и определить множество допустимых вариантов развития, а среди них найти и оптимальные.

МА состоит в построении морфологической модели и реализуется следующими этапами [114]:

1. Формулируется проблема, подлежащая решению. Эта задача выполняется группой экспертов, представляющих интересы различных ведомств

и сфер деятельности. В качестве инструментария при этом используется PEST- и SWOT-анализы (см. разделы 3.1, 4.1).

В нашем примере это описание экономических, политических, социальных условий, в которых функционирует транспорт Юга России.

2. Определяются критерии  $J_j, j = 1, 2, \dots, m$ , оценки деятельности ТСЮР:  $J_1$  – повышение конкурентоспособности региональной транспортной системы (сокращение или ликвидация узких мест в обеспечении перевозок);  $J_2$  – выход из кризисного состояния;  $J_3$  – повышение доли транспорта в ВРП;  $J_4$  – сокращение транспортно-логистических затрат в стоимости конечного продукта производимого (перевозимого) в регионе и т.п. Общая типология критериев эффективности транспортно-производственных процессов и методы их определения, на которые следует ориентироваться на этом этапе, рассмотрены в [115].

Целевая задача диссертационного исследования – обеспечение ресурсоориентированного развития ТСЮР, реализуется подбором выше перечисленных критериев. Действительно: критерий  $J_4$ , требующий снижения транспортно-логистических затрат, напрямую отсекает затратные варианты развития и функционирования. Кроме того, критерии  $J_1$  и  $J_2$  также «работают» на реализацию этой цели.

3. Структуризация проблемы, которая производится с помощью структурных элементов  $P_i$ :  $P_1$  – состояние мировой экономики (тренды и темпы роста);  $P_2$  – состояние экономики России (особенности и темпы роста ВВП (ВРП));  $P_3$  – избранная стратегия развития ТСЮР (экстенсивная; интенсивная, инновационная; смешанная с различной долей чистых стратегий);  $P_4$  – ресурсное обеспечение, в том числе кадровое, транспортной системы Юга России (инвестиции в транспортную систему, численность работников на транспорте, средняя заработная плата на транспорте и т.д.);  $P_5$  – структура и параметры

управления (локализовано-региональная, централизованно-распределенная, полигонная, интернациональная и т.д.).

В качестве трендов и особенностей развития в настоящее время выступают: цифровизация и интеллектуализация экономики и производства, изменяющие концепцию и инструменты исследования [1-3].

Структурные элементы  $P_1$  и  $P_2$  отражают состояния внутренней и внешней среды функционирования ТСЮР. Значения структурных элементов  $P_3$ ,  $P_4$ ,  $P_5$  зависят от субъекта управления. Поэтому они являются управляющими параметрами.

4. На следующем этапе необходимо определиться с перечнем свойств, которыми обладают рассматриваемые структурные элементы морфологической матрицы. Это значения, которые они могут принимать, и которые определяются:

- экспертами;
- нормативным способом (по утвержденным планам, по требованиям ГОСТов);
- статистически, на основе анализа предшествующего опыта работы подразделений ТСЮР.

В нашем случае для элемента  $P_1$  имеем:  $P_1^1$  – стабильное развитие мировой экономики;  $P_1^2$  – предкризисное;  $P_1^3$  – кризисное.

Для элемента  $P_2$  в качестве возможных состояний экономики России предполагаем:  $P_2^1$  – подъем,  $P_2^2$  – стабильное развитие,  $P_2^3$  – предкризисное,  $P_2^4$  – спад экономики;

Для элемента  $P_3$  – стратегии развития ТСЮР, принимаем:  $P_3^1$  – экстенсивный путь развития,  $P_3^2$  – интенсивный (инновационный) путь.

Для  $P_4$  (ресурсное обеспечение развития ТСЮР) далее обозначено:

$P_4^1$  – высокое обеспечение,  $P_4^2$  – минимально достаточное,  $P_4^3$  – дефицит ресурсов.

И, наконец, для структурного элемента  $P_5$  – «структура и параметры управления» принимаем:  $P_5^1$  – жесткая, административная структура,  $P_5^2$  – гибкая, учитывающая требования ЕКТП и СРО,  $P_5^3$  – свободная рыночная.

Таким образом, формируется матрица параметров  $P_i$  следующего вида:

$$\begin{aligned} & [P_1^1, P_1^2, \dots, P_1^{k1}] \\ & [P_2^1, P_2^2, \dots, P_2^{k2}] \\ & \dots\dots\dots \\ & [P_n^1, P_n^2, \dots, P_n^{kn}]. \end{aligned} \quad (3.10)$$

Очевидно, из проведенных рассуждений, что в нашем исследовании ТСЮР:  $n=5, m=4$ .

Для формирования возможного варианта развития ТСЮР в каждой строке матрицы (3.10) выбирается один из ее элементов. Все они соединяются между собой, образуя кортеж из элементов  $\langle P_1^{i1}, P_2^{i2}, \dots, P_n^{in} \rangle$ .

5. Эксперты, ориентируясь на принятые критерии, определяют функциональную ценность всех полученных вариантов состояний (решений). В результате получаем таблицу вида 3.2. В таблице:  $S_i$  – исследуемые варианты (сценарии развития),  $k$  – их общее число,  $J_j$  – принятые критерии.

Таблица 3.2

Оценка вариантов развития ТСЮР по заданным критериям

критерий вариант	$J_1$	$J_2$	...	$J_m$
$S_1$	$a_{11}$	$a_{12}$	...	$a_{1m}$
$S_2$	$a_{21}$	$a_{22}$	...	$a_{2m}$
...	...	...	...	...
$S_k$	$a_{k1}$	$a_{k2}$	...	$a_{km}$

Здесь  $a_{ij}$  – оценка  $i$ -ого варианта развития ТСЮР по  $j$ -му критерию.

Замечание: исходная формулировка критериев приводит к возникновению ряда проблем:

- Они разнородны: критерии  $J_1$  и  $J_3$  требуют максимизации, а критерий  $J_4$  – минимизации.

- Критерии имеют трудно сравнимые единицы измерения и масштабы изменения.

Решение этих проблем осуществляется путем масштабирования, которое приводит критерии к безразмерному виду, к одному интервалу изменения (от 0 до 1) и к одному виду. Далее будем считать, что эта процедура уже выполнена и все критерии требуют максимизации.

6. По заданным критериям, используя технологии однокритериальной и/или многокритериальной оптимизации выбираются наиболее желаемые состояния (эффективные конкретные решения) и проводится их дальнейшее исследование.

Например:

6.1. Пусть требуется найти вариант развития  $S_i$ , обеспечивающий максимум одного критерия  $J_j$ . В этом случае следует воспользоваться соотношением:

$$S_{onm} = \operatorname{argmax}_i a_{ij} . \quad (3.11)$$

6.2. Пусть требуется найти вариант развития  $S_i$ , обеспечивающий максимум обобщенного критерия

$$J_o = \sum_j \alpha_j J_j . \quad (3.12)$$

В (3.12) коэффициенты  $\alpha_j$  – веса важности заданных критериев. В этом случае таблица 3.2 достраивается дополнительным столбцом для обобщенного критерия  $J_o$  и для него реализуется процедура (3.11).

При указанных предположениях морфологическая матрица может иметь вид, представленный в таблице 3.3 [114].

Очевидно, что рассмотренная выше морфологическая модель является иллюстративной. Она не учитывает все возможные факторы влияния, критерии, ограничения, и носит методический характер. В каждом конкретном случае (см. раздел 4.3.1) для адекватной постановки и решения задач развития и функционирования ТСЮР необходимо вводить дополнительные блоки, дополняющие или подробнее раскрывающие свойства исследуемой системы. Однако, следует помнить, что попытка включить в модель большое количество факторов может необоснованно усложнить модель. Поэтому предлагается

использовать иерархическую систему вложенных моделей, отличающихся степенью общности.

Таблица 3.3

Морфологическая матрица

Элементы морфологических блоков	Морфологические блоки	
$P_1^1, P_1^2, P_1^3$	$P_1$	Состояние мировой экономики
$P_2^1, P_2^2, P_2^3, P_2^4$	$P_2$	Состояние экономики России
$P_3^1, P_3^2$	$P_3$	Стратегия развития ТСЮР
$P_4^1, P_4^2, P_4^3$	$P_4$	Ресурсное обеспечение развития
$P_5^1, P_5^2, P_5^3$	$P_5$	Структура и параметры управления

Итак, резюмируя сказанное, можно отметить, что морфологическая модель объекта (процесса) представляется в виде кортежа [114]:

$$M = \{P_i, S_k, T, J\}. \quad (3.13)$$

На его основе предлагается синтезировать метод оптимизации сценариев развития транспортного полигона Юга России.

### 3.3. Математические модели организации деятельности предприятий транспортной системы Южного региона

Обозначены роль и место математических методов в исследовании ТП, систематизированы известные подходы и методы к решению ключевых задач ТП (п. 3.3.1), подробно раскрыты методы восстановления зашумленных данных (п. 3.3.2).

### 3.3.1. Анализ методов математического моделирования деятельности предприятий транспортного комплекса

В первой главе «Транспортная система юга России: проблемы и перспективы развития» определена авторская концепция исследования и управления ТП, опирающаяся на развитие менеджмента управления транспортными и вспомогательными процессами, технологий транспортировки грузов, информационных технологий исследования, анализа и управления. Для решения этих задач необходимо развитое математическое обеспечение исследований.

В таблице 3.4 в общем виде представлен обзор существующих подходов, методов и моделей исследования ТП.

Таблица 3.4

#### Обзор существующих подходов, методов и моделей исследования ТП

№	Решаемые технологические и организационные задачи	Методы и модели исследования
1	Отбор адекватных критериев функционирования ТП: экономических, организационных, безопасность, качество перевозочного процесса	SWOT-, PEST-анализ, ЭМ, КА, МА
2	Моделирование транспортных процессов (динамика изменения параметров процесса, обслуживание) и процедур принятия решений	РА, ТНМ, ТИ, МТГ, АВР, ТЭБ, СА
3	Оценка провозной и пропускной способности участков, станций ТП	ТМО, РА, АВР, АМ, ИМ
4	Согласование противоречивых интересов предприятий ТП	ТАС, ТИ, МАН
5	Идентификация текущего состояния и прогнозирование развития процессов	РА, ТНМ, ТИ, СА
6	Решение оптимизационных задач: – выбора границ ТП; – максимизация выручки, прибыли; – обеспечение безопасности, экологичности и т. д.	МТГ, ВМ, СА. МП, ПМ, МАН. МАН, ТИ, ИМ
7	Мониторинг и оценка деятельности ТП	SWOT-, PEST-анализ, СА

В таблице 3.4 обозначено: методы логико-лингвистического анализа – SWOT-, PEST-анализ, экспертные методы – ЭМ, когнитивный анализ – КА, морфологический анализ – МА, регрессионный анализ – РА, теория нечетких множеств – ТНМ, теория игр – ТИ, методы теории графов – МТГ, анализ временных рядов – АВР, транспортно-экономические балансы – ТЭБ, статистический анализ – СА, теория массового обслуживания – ТМО, аналитические методы – АМ, имитационное (транспортное) моделирование – ИМ, теория активных систем – ТАС, метод алгоритмической надежности – МАН, методы решения многокритериальных задач: вариационные методы – ВМ, метод Понтрягина – МП, Парето-метод – ПМ.

В каждом конкретном исследовании обозначенные методы и модели имеют свою область адекватного применения. Например, регрессионный анализ применяется, если моделируемый процесс стационарен, входные переменные искомой зависимости заданы без ошибки и не коррелированы между собой, ошибка наблюдения выходной величины аддитивна, распределена по нормальному закону и имеет постоянную дисперсию и нулевое математическое ожидание.

В разделе 3.2 работы описано целевое применение морфологического анализа к исследованию ресурсоориентированного развития ТСЮР, в разделе 2.4 – ценологического анализа к исследованию полигона.

Функциональное наполнение методического и математического обеспечения решения задач региональных транспортных систем следующее.

ТП полигон функционирует в интересах различных хозяйствующих субъектов (заказчиков транспортных услуг): государства, региона, предприятий частного бизнеса. Интересы этих сторон, очевидно, не совпадают. Для обеспечения эффективности работы ТП интересы участников логистических цепей и бизнес-процессов необходимо согласовать. Кроме того, деятельность ТП организуется различными службами и структурными единицами транспортного холдинга ОАО «РЖД», между которыми распределяются задачи, ресурсы, ответственность (по обеспечению надежности, живучести, безопасности). Для их

решения выявляется структура отношений (SWOT-, PEST-анализ), с помощью экспертов формируются краткосрочные, среднесрочные, долгосрочные интересы (ЭМ), разрабатываются сценарии развития ТП (КА).

Задача согласования противоречивых интересов имеет несколько аспектов:

– Можно говорить о партнерском согласовании интересов хозяйствующих субъектов разного и одного уровня управлений (подробнее см. п. 3.4). Здесь применимы методы ТАС.

– С позиции конкуренции хозяйствующих субъектов интересы могут согласовываться в рамках ТИ.

– Технологические противоречия (между экономическими критериями, критериями качества и безопасности) согласовываются с помощью МАН.

Для мониторинга и оценки деятельности ТП за некоторый период мы вновь возвращаемся к SWOT- и PEST-анализу, проводим статистический анализ (СА).

Проведенный сопоставительный анализ подходов и методов исследования ТП позволяет сделать заключение о необходимости выбора адекватного математического аппарата моделирования транспортно-технологических, информационных и организационных процессов.

Формирование исследовательских задач для достижения поставленных перед региональным транспортом целей в логико-эмпирической цепи: цель – объект исследования – методы исследования (предмет исследования) – эмпирическая (статистическая база) – результат, с учетом данных таблицы 3.4 позволит получить адекватные современным условиям функционирования ТСЮР результаты.

Следует отметить, что существующие методы и способы организации движения нуждаются в адаптации к современным условиям функционирования ТП. Действительно, ТП функционируют в нестационарной социально-экономической и политической среде, их сложность определяет высокую степень неопределенности, а несовершенные методы измерения – и значительную зашумленность данных, используемых для моделирования транспортных процессов и процедур принятия решений. А известные (в том числе и

перечисленные) математические подходы и методы, как правило, опираются на четкие, идеализированные постулаты (аддитивность ошибки наблюдений, нормальный закон распределения случайных величин, известный, априори заданный вид модели и т. д.).

### 3.3.2. Преобразование трудноформализуемых данных функционирования объекта исследования

Стабильно работающее предприятие в стационарной среде обладает тем свойством, что для него существует оптимальное значение нагрузки, при котором оно получает максимальную выручку (рисунок 3.2, точка  $O$ ). Если нагрузка меньше этого значения (рисунок 3.2, точка  $A$ ), то выручка (доходы, прибыль) недополучена за счет неполного использования существующего потенциала человеческих ресурсов, технических и технологических возможностей предприятия, возможностей его менеджмента. Если нагрузка превышает оптимальное значение (рисунок 3.2, точка  $B$ ), то предприятие работает с перегрузкой, затрачивая излишние ресурсы, ускоренно изнашивая их. Поддержание такого процесса требует повышенных затрат, что также снижает его доходность. То есть, в окрестности исследуемой точки зависимость выручки от нагрузки может быть достаточно хорошо описана функцией параболического вида (рисунок 3.2).

Аналогичная зависимость получается и из следующих соображений, принятых в работе [122]:

- цена единицы выпускаемой продукции равна  $c$ ;
- функция затрат, в зависимости от объема выпуска  $x$  имеет квадратичный

вид:

$$z = dx^2. \quad (3.14)$$

В этом случае, при условии реализации всей произведенной продукции, доходность предприятия при выпуске продукции в объеме  $x$  будет задана соотношением:

$$y = cx - dx^2. \quad (3.15)$$

Эта кривая представлена на рисунке 3.2.

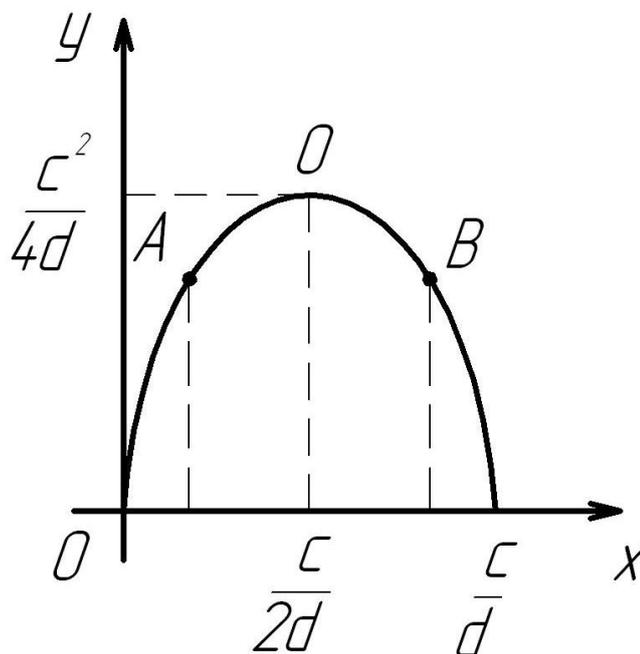


Рисунок 3.2. Геометрическая иллюстрация динамики нагрузки и выручки

Безусловно, на практике (3.14) и (3.15) зависят еще от рыночных параметров, эластичности спроса и предложения услуг. В условиях относительной монополии (олигополии) на рынке транспортных услуг можно допустить линейность роста доходов от объема услуг и нелинейный характер затрат вида (3.14).

На основании этих зависимостей ((3.14) и (3.15)) развиты методы согласования интересов хозяйствующих субъектов (ХС) различного уровня. Для предприятий транспорта эту идеологию предложено использовать, например, в работах [118-119].

Применение этих методов регламентирует отношения ХС различных уровней управления (у нас Единый технологический процесс и предприятия транспортно-логистической цепочки). Действительно, верхний уровень управления – «знает» допустимые параметры штрафных санкций, которые он может назначить за невыполнение плана (договорных обязательств), а

хозяйствующий субъект нижнего уровня (станция, порт) – «знает» границы эффективности своей работы.

К сожалению, на практике эта идеология применяется редко и не эффективно. Это связано с наличием объективных и субъективных причин. К первым можно отнести невыполнение на практике условий применения методов (фиксированная стоимость транспортных услуг, квадратичная зависимость затрат и пр.). К субъективным причинам относятся: слабое знакомство руководителей ХС с рассмотренным математическим инструментарием, отсутствие хорошо разработанных методик, учитывающих те или иные свойства исследуемых ситуаций. Целями данного исследования в данном направлении и явилось:

- снятие ряда жестких ограничений метода (например, квадратичность зависимости затрат на транспортные услуги);
- развитие общей методики анализа, учитывающей особенности функционирования предприятий-звеньев транспортно-логистической цепочки (зашумленность данных, нестационарность развития).

Вначале решим проблему идентификации исследуемых процессов. В нашем случае эту задачу будем решать не на основе предположений о виде функций прибыли и затрат, а на основе статистического расчета итоговой зависимости по данным реальных наблюдений.

Эти данные зашумлены, поэтому возникает дополнительная задача их регуляризации – исключения зашумляющих эффектов. Предполагаем, что:

- функция выручки имеет только один экстремум в зависимости от величины нагрузки;
- в окрестности точки экстремума искомая зависимость с достаточной точностью аппроксимируется квадратичной функцией.

Это не жесткие, а легко выполняемые условия.

Рассмотрим конкретный пример расчета статистических закономерностей по данным, реально полученным для Южного полигона железнодорожной сети (рисунок 3.3, таблица 3.5) [120], и для Новороссийского порта (рисунок 3.4, таблица 3.6) [121].

Таблица 3.5

Зависимость выручки от грузооборота для дороги  
(данные квартальные, модифицированные)

грузооборот, млн. т-км	7008,6	7015,9	7044,4	7049,8	7307,2	7345,0	7372,0	7381,8	7532,5	7670,2	7673,8	7898,9
выручка, тыс. руб.	3606340,0	3581795,4	4161863,7	3738698,3	4612022,9	4363807,7	4336892,9	4481373,7	4123599,1	4663610,3	4689221,7	4626416,0

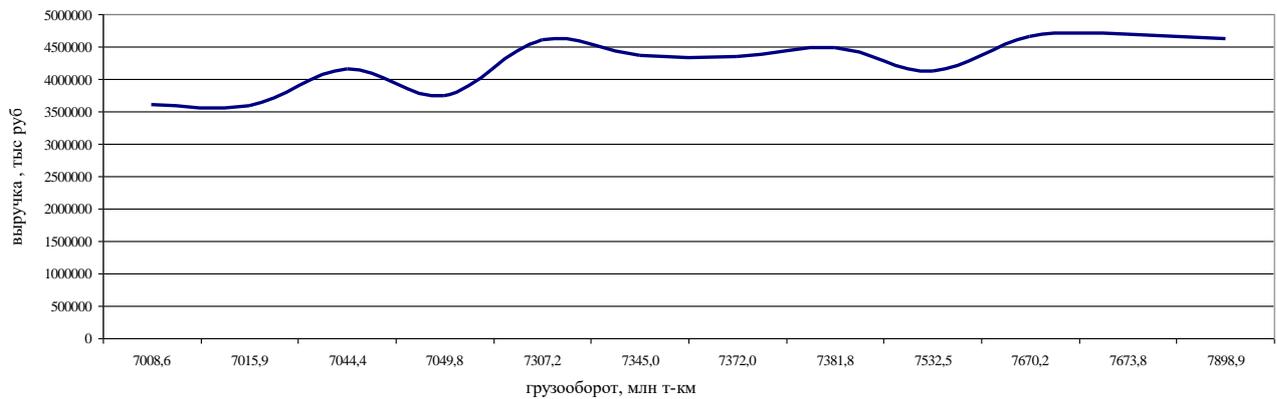


Рисунок 3.3. Зависимость выручки от грузооборота на дороге

Таблица 3.6

Зависимость выручки от грузооборота для Новороссийского порта (данные за год)

грузооборот, млн. т	112,6	116,100	117,4	121,5	127,1	131,4
выручка, тыс. долл. США.	666 328	772 388	748 041	748 126	680 861	642 624

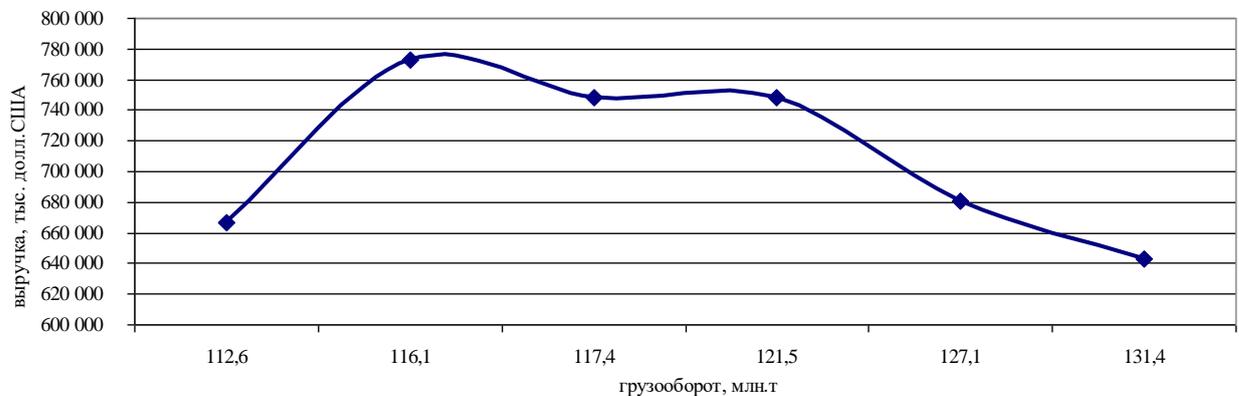


Рисунок 3.4 Зависимость выручки от грузооборота для Новороссийского порта

Очевидно, что они не соответствуют желаемому модельному виду на рисунке 3.2. Как этот факт можно объяснить? Данные в третьем столбце таблице 3.6 получены за 2012 год (провал на графике в точке с абсциссой  $x = 117,4$ ). Представим, что первая часть этого года характеризуется недогрузкой порта, то есть выручка получалась по режиму, представленному точкой  $A$  (рисунок 3.2). Пусть также вторая половина года была напротив перегружена (режим  $B$ ). И в этом случае мы недополучаем выручку (точка  $B$ , рисунок 3.2). По итогу за год нагрузка будет соответствовать режиму  $O$ , а выручка останется по вариантам  $A$  и  $B$ , то есть значительно меньше.

Нет сомнений, что таких режимов работы (нестационарных) следует избегать. Этого можно достичь применением выше названной технологии. Но для этого кривые на рисунке 3.3 и рисунке 3.4 следует скорректировать. То есть восстановить возможную кривую зависимости выручки от нагрузки, предполагая стационарность загрузки объекта. Графически эта процедура отражена на рисунке 3.5 пунктирной кривой.

Ее аналитический вид можно получить следующим образом.

Преобразуем исходные данные: из таблиц 3.5 и 3.6 исключим точки, нарушающие искомую закономерность (удалим места провалов). Соответственно получим таблицы 3.7 и 3.8.

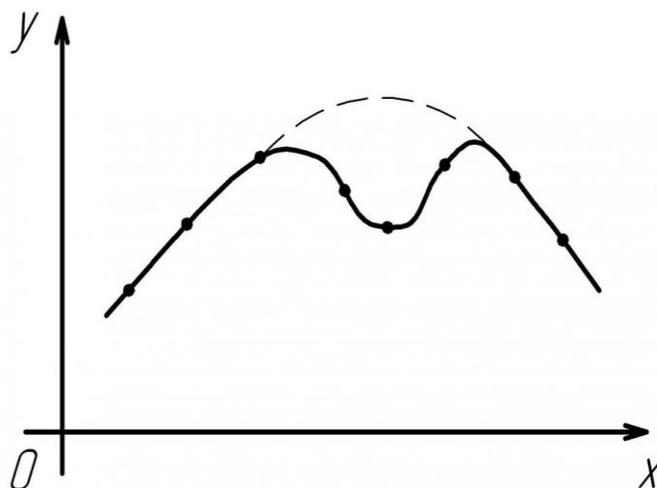


Рисунок 3.5. Восстановление зависимости стационарного функционирования объекта исследования

Таблица 3.7

Скорректированная зависимость выручки от грузооборота для дороги

грузооборот, млн. т-км	7 008,55	7 049,75	7 344,98	7 381,79	7 670,18	7 898,88
выручка, тыс. руб.	3 606 285,77	3 738 571,56	4 363 714,38	4 481 143,09	4 663 428,75	4 626 285,84

Таблица 3.8

Скорректированная зависимость выручки от грузооборота для Новороссийского порта

грузооборот, млн. т	112,6	116,100	121,5	127,1	131,4
выручка, тыс. долл. США	666 328	772 388	748 126	680 861	642 624

Используя возможности Excel или иных программных продуктов, построим по скорректированным данным (таблицы 3.7 и 3.8) зависимости квадратичного вида. Это в первом случае (для дороги) уравнение вида (см. рисунок 3.6):

$$y = -121734418,72 + 32750,75x - 2,12x^2. \quad (3.16)$$

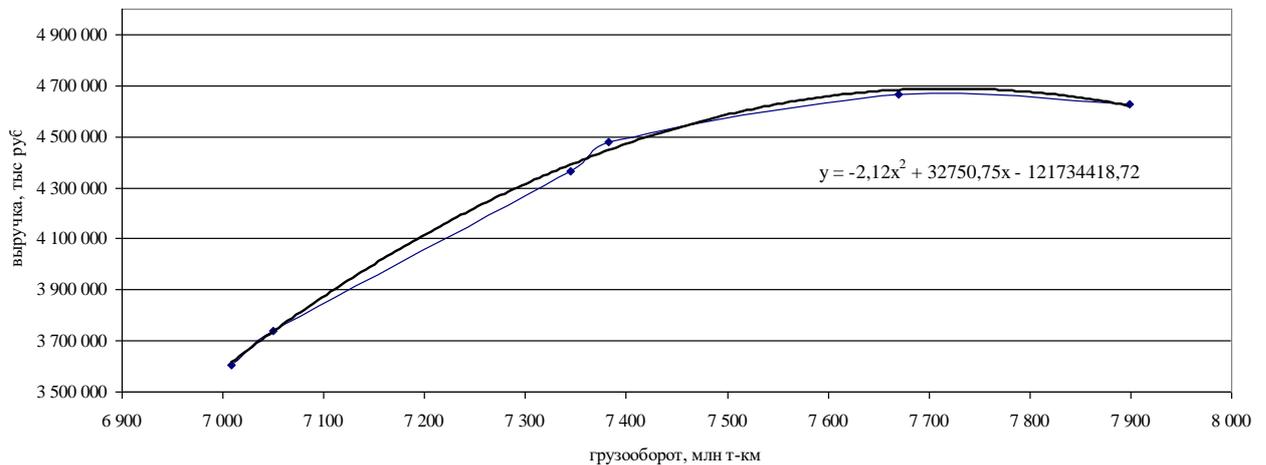


Рисунок 3.6. Графическая иллюстрация расчетов по табл. 3.7

Определим точку экстремума этой функции. Производная имеет вид  $dy/dx = -4,24x + 32750,75$ . Она равна нулю в точке  $x = 7724,23$  млн. т-км. При этом  $y(7724,23) = 4752801,27$  тыс. рублей.

И во втором случае (Новороссийский порт) имеем:

$$y = -1055,51x^2 + 254257,03x - 14557755,89. \quad (3.17)$$

См. рисунок 3.7. Ее производная  $dy/dx = -2111,02x + 254257,03$ . Откуда легко следует оптимальное  $x = 120,44$  млн. т. При этом  $y(120,44) = 753\,946$  тыс. долл. США.

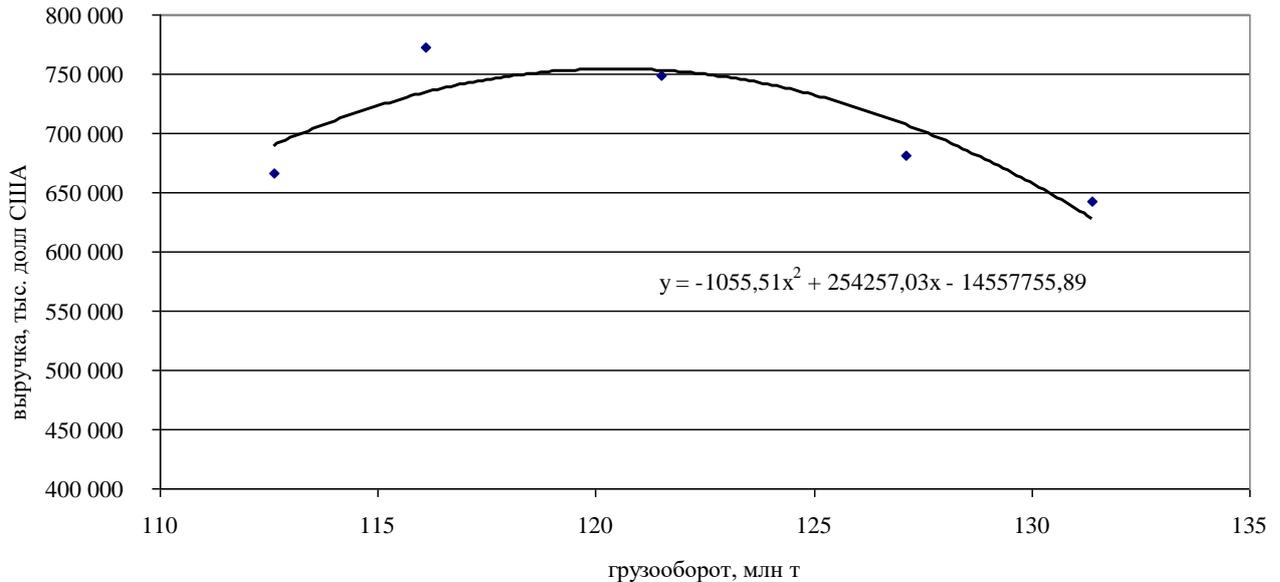


Рисунок 3.7. Графическая иллюстрация расчетов по табл. 3.8

Из проведенных рассуждений следует, что для дороги наиболее предпочтительной является нагрузка в размере 7724,23 млн. т-км. При этом дорога получает выручку в размере 4752801,27 тыс. рублей.

Аналогично, для Новороссийского порта имеем максимальную выручку, равную 753 946 тыс. долл. США при нагрузке порта равной 120,44 млн. т.

Очевидно, что рассчитанные модели (3.16) и (3.17) приближенно описывают условия получения выручки (состояние человеческих ресурсов, технико-технологические возможности предприятий, возможности их менеджмента, ход производственного процесса. Но этой информации уже достаточно для решения задачи согласования интересов ХС, рассмотренный ниже.

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

«Заставить» (стимулировать) порт выполнить необходимую работу можно, применив к нему санкции за невыполнение плана. Расчет величины этих санкций и составляет предмет дальнейшего исследования.

### **3.4. Развитие методов согласования интересов хозяйствующих субъектов транспортного полигона**

#### **3.4.1. Согласования интересов хозяйствующих субъектов разного уровня управления**

В работе [83] утверждается, что «основным научно-практическим вопросом в организации управления перевозочным процессом является оптимизация условий взаимодействия центрального и регионального уровней управления».

В этой связи рассмотрим известный механизм согласования ХС различного уровня подробнее (у нас на примере информационно-логистического центра (ИЛЦ), действующего в рамках Единого технологического процесса (ЕКТП, ЕТПП) – верхний уровень и порта – нижний уровень) [122].

При цене услуг, выполняемых портом, равной  $c$ , прибыль порта будет равна

$$P = c \cdot x - a \cdot x^2. \quad (3.18)$$

Интерес порта заключается в максимизации прибыли  $P$ , которая достигается, как легко посчитать, в точке:

$$x_0 = \frac{c}{2a} = c \cdot e, \quad (3.19)$$

где  $e = \frac{1}{2a}$  – коэффициент эффективности деятельности порта.

Максимальная выручка порта при этом равна

$$y_0 = y(x_0) = 0.5 \cdot c^2 \cdot e. \quad (3.20)$$

Зависимость (3.18), координаты  $x_0$  и  $y_0$  изображены на рисунке 3.8 (внешняя парабола).

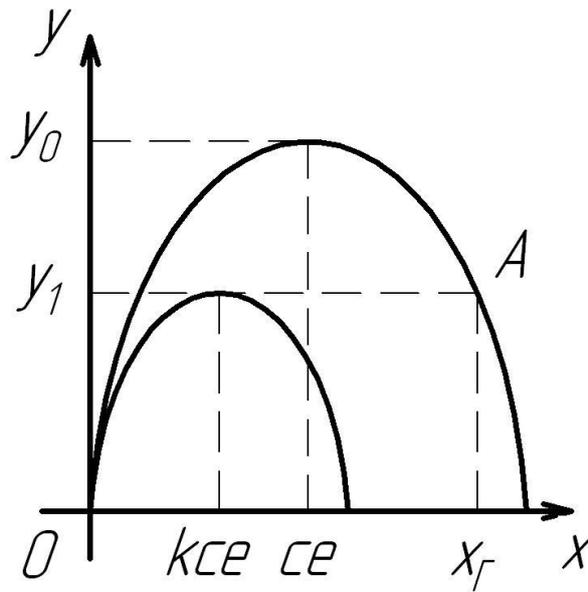


Рисунок 3.8. Графическая иллюстрация зависимости доходов порта от нагрузки

Интересы ИЛЦ и порта могут не совпадать. Например, ИЛЦ требует от порта ускорения перевозочного процесса, что влечет необходимость выполнения нагрузки в объеме  $x_3$  большем, чем  $x_0$ . Такой план порт не стремится согласовывать и выполнять, так как ему необходимы дополнительные мощности, а, следовательно, дополнительные затраты. Выполнив план, порт получает меньшую прибыль  $y(x_3) < y_0$ .

ИЛЦ, как верхний уровень управления портом, уменьшает цены за услуги порта при невыполнении им плана и назначает доходность равную  $c_1 = k \cdot c$ , где  $0 < k < 1$ .

Теперь экономический интерес порта с учетом введенных «штрафов» будет выражаться системой выражений:

$$y(x, k) = \begin{cases} cx - \frac{1}{2e} x^2, & \text{при } x \geq x_3 \\ kcx - \frac{1}{2e} x^2, & \text{при } x < x_3 \end{cases} \quad (3.21)$$

На рисунке 3.8 представлен график и второй зависимости системы (3.21) (внутренняя парабола). Согласно этой зависимости, наибольшую выручку при невыполнении плана порт получает при нагрузке в объеме

$$x_1 = k \cdot e \cdot c. \quad (3.22)$$

При этом он получит выручку в размере

$$y_1 = \frac{1}{2} \cdot k^2 \cdot c^2 \cdot e. \quad (3.23)$$

Рассмотрим точку  $x_T$  на оси ОХ, в которой большая парабола пересекается с горизонтальной прямой с ординатой равной  $y_1$  (3.23) (точка А на рисунке 3.8). В этом случае выполняется равенство:

$$cx_T - \frac{1}{2e} x_T^2 = \frac{1}{2} k^2 c^2 e. \quad (3.24)$$

Это пограничная точка области, в которой интересы сторон могут быть согласованы. Если план  $x_3$  порту удовлетворяет условию  $c_e \leq x_3 \leq x_T$ , то его выгодно выполнить, так как, хотя выручка и будет меньше (3.20), она будет больше максимально возможной при невыполнении плана и равной (3.23). При плане  $x > x_T$  план выгодно не выполнять, а исполнить нагрузку в объеме  $x_1$ , чтоб гарантированно получить выручку в объеме (3.23). Из (3.24) можно легко найти  $x_T$  (это наибольший корень этого квадратного уравнения):

$$x_T = c \cdot e \cdot \left(1 + \sqrt{1 - k^2}\right). \quad (3.25)$$

Отрезок

$$\left[ce; x_T\right] \quad (3.26)$$

называется областью согласованных решений.

Рассмотренный механизм регламентирует поведение участников взаимодействия. ИЛЦ предусматривает план в границах области согласованных

решений, так как в этом случае он будет выполнен портом. Изменить (увеличить) величину (3.26) верхний уровень управления может, уменьшив коэффициент  $k$ . В данной просчитанной ситуации знает как себя вести и порт: при плане  $x$ , удовлетворяющем (3.26) он его выполняет; если  $x_3 > x_T$ , то выгоднее план не выполнять, а нагрузку исполнить в объеме  $x_I$  (3.22).

В выше приведенных рассуждениях предполагается известной верхнему уровню управления величина  $e$  – коэффициент эффективности порта.

Если значение  $e$  верхнему уровню управления не известно, то порт с целью достижения более выгодных условий может его исказить. Исследуем этот случай.

Пусть порт сообщает оценку коэффициента  $e$  равную  $S$  (эта величина пока неизвестна). В ИЛЦ формируется план  $x_3$  по формуле:

$$x_3 = c \cdot S, \quad (3.27)$$

а так как порту выгодно получить план в размере (3.19), то, очевидно, он сообщит  $S = e$  – истинное значение.

Итак, рассмотренный механизм согласования интересов менеджеров различного уровня обеспечивает четкие и ясные отношения между ними.

Выше отмечалось, что зависимости вида (3.14) и (3.15), построенные на основании идеальных предположений, использующих жесткие производственные ограничения (постоянство цены и спроса, стационарность процесса перевозок, отсутствие форс-мажорных обстоятельств и т.д.), на практике, как правило, не выполняются. Это потребовало развития данного метода.

В разделе 3.3 показана возможность идентификации зависимости выручки транспортного предприятия в окрестности точки экстремума с помощью квадратичной зависимости общего вида:

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2. \quad (3.28)$$

Преобразуем (3.28), выделив полный квадрат, получим:

$$y = -m(x - a)^2 + b. \quad (3.29)$$

Для зависимостей (3.16) и (3.17), найденных в предыдущем разделе преобразование (3.29) дает зависимости

$$y = -0,0006(x - 27296,6)^2 + 16550. \quad (3.30)$$

$$y = -1055,51(x - 120,44)^2 + 753946. \quad (3.31)$$

В (3.29) параметры модели  $a > 0$  и  $b > 0$  имеют вполне определенный экономический смысл:  $a$  – оптимальное значение загрузки предприятия, при котором достигается максимум выручки, равный  $b$ . Зависимость по статистическим данным строится для окрестности точки  $O(a, b)$ , поэтому значимого смысла точек пересечения этой параболы с осями координат выводить нельзя в силу возможной неадекватности модели в окрестностях этих точек.

Развитие метода, описанного в начале этого раздела, проведем следующим образом:

Если ХС выполняет план, установленный на уровне ИЛЦ, то вознаграждение осуществляется по идентифицированной зависимости (3.29), кривая 1 на рисунке 3.9 (без штрафных санкций). Для участка  $[0; x_0]$  предприятию выгодно выполнять план, а для участка загрузки от  $a$  и далее, предприятие склонно занижать объем выполняемой работы. Если ХС 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 (3.32) кривая 2 на рисунке 3.9:

$$y = -m(x - a)^2 + kb. \quad (3.32)$$

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 (формула 3.29), так и с санкциями (формула 3.32).

Очевидно, что пока значение плана находится на промежутке  $[x_0; x_T]$ , предприятию также выгодно выполнять план. Если верхний уровень управления назначит план, превышающий значение  $x_T$ , 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  $[x_0; x_T]$  – область согласованных решений рассматриваемых ХС.

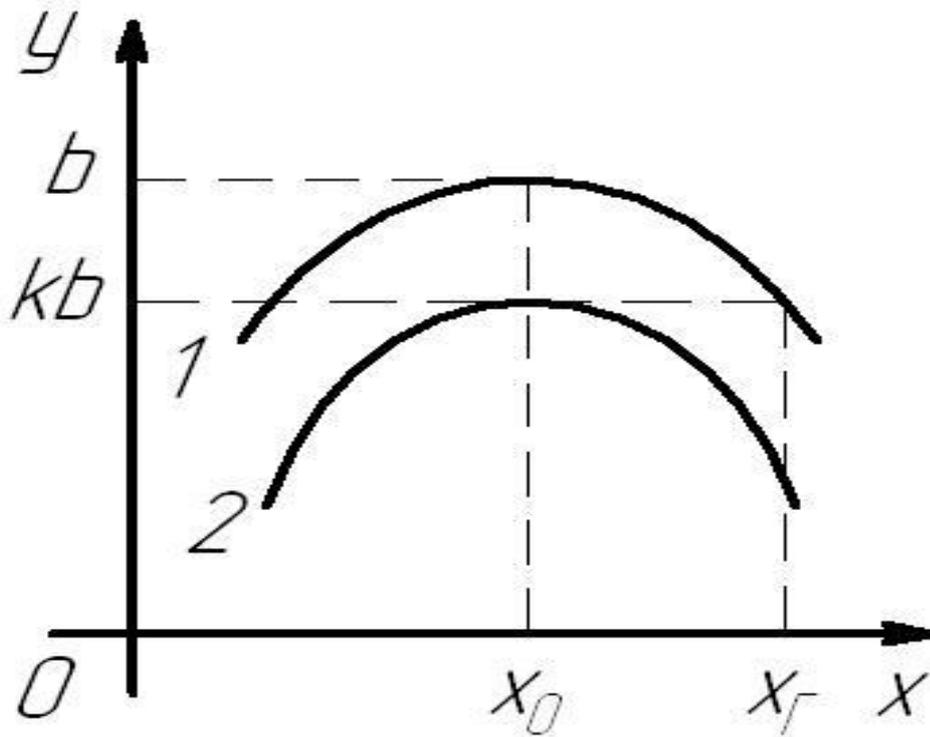


Рисунок 3.9. Геометрическая иллюстрация наложения санкций на предприятие  
ТП за невыполнение плана

Найдем эту область в выражении от известных параметров  $a$ ,  $k$ ,  $b$ ,  $m$ . Для этого решим уравнение (находим абсциссу пересечения кривой 1 с горизонтальной линией  $y = kb$ ):

$$kb = -m(x - a)^2 + b. \quad (3.33)$$

Из (3.31) легко следует:

$$x_{Г} = a + (b(1 - k)/m)^{0.5}. \quad (3.34)$$

**Пример 1.** Пусть в соответствии с согласованными в ИЛЦ планами ожидается нагрузка порт в размере 130 млн. т. Очевидно, что эта величина превышает желаемое (оптимальное) значение равное 120,44 млн. т. Определить параметр штрафных санкций, обеспечивающий выполнение задания.

Воспользуемся формулой (3.34). Откуда легко следует:

$$k = 1 - m(x_{Г} - a)^2/b. \quad (3.35)$$

По условию нашей задачи  $c = 130$ , параметры  $m$ ,  $a$  и  $b$  известны из (3.31), соответственно  $m = 1055,51$ ,  $a = 120,44$  млн т и  $b = 753946$  тыс. долл. США. А  $x_T$  примем равным 130. Из (3.34) имеем:  $k = 0,88$ .

То есть, при выполнении плана порт получает выручку в соответствии с моделью (3.29), а при невыполнении по модели:

$$y = -1055,51(x - 120,44)^2 + 753946 \cdot 0,88 = -1055,51(x - 120,44)^2 + 663472,5. \quad (3.36)$$

**Пример 2.** Для порта разработан механизм согласования интересов ИЛЦ и порта с параметром  $k = 0,8$ . Каким будет результат взаимодействия ИЛЦ и порта, если нагрузка на порт равнялась величине а) 125 млн. т; б) 135 млн. т.

Согласно (3.24) правая граница области согласованных решений  $c = 132,4$ . В случае а) нагрузка будет выполнена портом, так как  $125 < 132,4$ ; а в случае б) не выполнена, так как  $135 > 132,4$ .

### **3.4.2. Согласование интересов хозяйствующих субъектов одного уровня управления**

В данном разделе к решению проблем нашей задачи (создание СППР ТП) адаптируем известный метод согласования интересов хозяйствующих субъектов одного уровня, основанный на применении основных положений теории игр [36, 112]. В качестве таких ХС могут выступать два порта, два параллельных участка движения поездов, две технические станции, две сортировочные системы ТП.

В разделе 3.3.2 уже исследована процедура выявления оптимального значения нагрузки на транспортные предприятия. Определение истинных возможностей и желаемого режима функционирования ХС ТСЮР позволяет сформировать детерминированный алгоритм согласования интересов ХС одного уровня. Однако наша система функционирует в условиях высокой неопределенности (определяемой природно-климатическими условиями, состоянием экономики страны и региона и т.д.). Поэтому возможности ХС и их желания являются случайными величинами. Необходимо разработать

математический инструментарий «работающий» в условиях неопределенных и зашумленных исходных данных.

Не снижая общности рассуждений, общую идеологию решения задачи рассмотрим на конкретном примере, имеющем важную практическую значимость для развития ТСЮР.

А именно, исследуем работу двух хозяйствующих субъектов (например, двух портов, станций, двух участков пути), осуществляющих однотипную работу в соответствии с Единым технологическим процессом (ЕКТП, ЕТПП) и допускающих перераспределение нагрузки между собой. Пусть для первого предприятия оптимальной нагрузкой будет  $x_{01}$  (см. раздел 3.4.1), а для второго –  $x_{02}$ . Введем показатель  $x$  (доля первого порта от суммарной мощности), тогда доля второго порта будет характеризоваться величиной  $(1 - x)$ .

$$x = \frac{x_{01}}{x_{01} + x_{02}}, \quad 1 - x = \frac{x_{02}}{x_{01} + x_{02}}, \quad (3.37)$$

Суммарную производственную мощность, которую должны перерабатывать предприятия (определяется текущей загрузкой портов), также обозначим через  $1$  (что не снижает общности рассуждений). Тогда, если доля первого будет  $y$ , то доля второго  $(1 - y)$ .

Напряженность работы первого порта будет оцениваться величиной:

$$N_1 = \frac{y}{x}, \quad (3.38)$$

соответственно для второго порта:

$$N_2 = \frac{1 - y}{1 - x}. \quad (3.39)$$

Цель распределения производственных мощностей между предприятиями, которой руководствуется ИЛЦ, может быть принята следующей: обеспечить одинаковую напряженность работы предприятий, то есть минимизировать максимальное из выражений  $N_1$  или  $N_2$ . В формализованном виде минимизируемая функция будет иметь вид [76]:

$$H(x, y) = \max_y \left( \frac{y}{x}; \frac{1-y}{1-x} \right). \quad (3.40)$$

Таким образом, поставленная задача является игрой с «природой» [112]. «Природа» (случай) задает значение  $x$ . Второй игрок – специалист логистического центра (лицо, принимающее решения – ЛПР), задает для первого предприятия мощность  $y$ . Тогда для второго предприятия соответственно будем иметь долю мощности, равную  $(1 - y)$ .

Из этих рассуждений следует, что переменные  $x$  и  $y$  имеют один диапазон изменения: от 0 до 1.

Если бы значение  $x$  было известно заранее, то задача была бы простой. Достаточно принять  $y = x$  и тогда на обоих предприятиях будем иметь  $\min H(x, y) = 1$ , что означает их равномерную загрузку.

В реальности «природа» случайным образом распределяет  $x$ , меняя ее с течением времени. Эксперты, обладая опытом, статистическими данными прошлых наблюдений, могут оценить нижнюю  $a$  и верхнюю  $b$  границы этого диапазона, удовлетворяющих соотношению:

$$0 < a \leq x \leq b < 1. \quad (3.41)$$

Из сказанного выше следует также, что  $0 < a \leq y \leq b < 1$ . Таким образом, игра осуществляется на квадрате  $[a, b] \times [a, b]$ .

Разность  $b-a$  характеризует следующие свойства исследуемой ситуации:

- степень неопределенности информации о работе исследуемого транспортного комплекса;
- стабильность его работы.

Чем больше разность, тем выше неопределенность и меньше стабильности в работе предприятий.

Для снижения степени неопределенности следует разрабатывать подсистемы мониторинга ситуаций, поддержки принятия решений. С их помощью идентифицируются свойства среды и предприятий, что позволяет снизить неопределенность  $[a, b]$ . Тем самым мы ограничиваем возможности противника – «природы», детерминируя задачу.

Для повышения стабильности работы следует предпринять ряд мер технического и технологического порядка: развивать сортировочные системы, подходы, накопительные системы, технологии пропуска поездов по участкам.

При заданных  $x$  и  $y$  второй игрок (ЛПР), получает выигрыш, равный максимальному числу из двух стоящих в скобках выражений (3.40).

Так как ему не известна стратегия поведения противника – значение  $x$ , то менеджер должен ориентироваться на худший для себя исход. Это, так называемый, метод гарантированного результата. То есть, он должен учитывать возможность появления случая, когда достигается

$$\max_{a \leq x \leq b} H(x, y) = \max_{a \leq x \leq b} \max_y \left( \frac{y}{x}; \frac{1-y}{1-x} \right). \quad (3.42)$$

Известно [112], что две одноименные операции нахождения экстремума (в нашем случае максимизации) можно выполнять в любом порядке, поэтому выражение (3.42) преобразуется к виду:

$$\max_y \left( \max_{a \leq x \leq b} \frac{y}{x}; \max_{a \leq x \leq b} \frac{1-y}{1-x} \right) = \max_y \left( \frac{y}{a}; \frac{1-y}{1-b} \right). \quad (3.43)$$

Для преобразования (3.43) мы воспользовались очевидными равенствами:

$$\max_{a \leq y \leq b} \frac{y}{x} = \frac{y}{a} \quad \text{и} \quad \max_{a \leq y \leq b} \frac{1-y}{1-x} = \frac{1-y}{1-b}.$$

Из (3.43) следует:

$$y_{opt} = \arg \min_{a \leq y \leq b} \max_y \left( \frac{y}{a}; \frac{1-y}{1-b} \right) \quad (3.44)$$

Для исследования (3.44) на множестве  $[a; b]$  переменной  $y$  построим графики зависимостей  $z_1 = \frac{y}{a}$  и  $z_2 = \frac{1-y}{1-b}$  см. рисунок 3.10.

Анализ рисунка позволяет сделать вывод, что

$$\min_{a \leq y \leq b} \max_y \left( \frac{y}{a}; \frac{1-y}{1-b} \right)$$

достигается при  $z_1 = z_2$ , т.е. при  $\frac{y}{a} = \frac{1-y}{1-b}$ .

Отсюда следует:

$$y_{opt} = \frac{a}{1-b+a}. \quad (3.45)$$

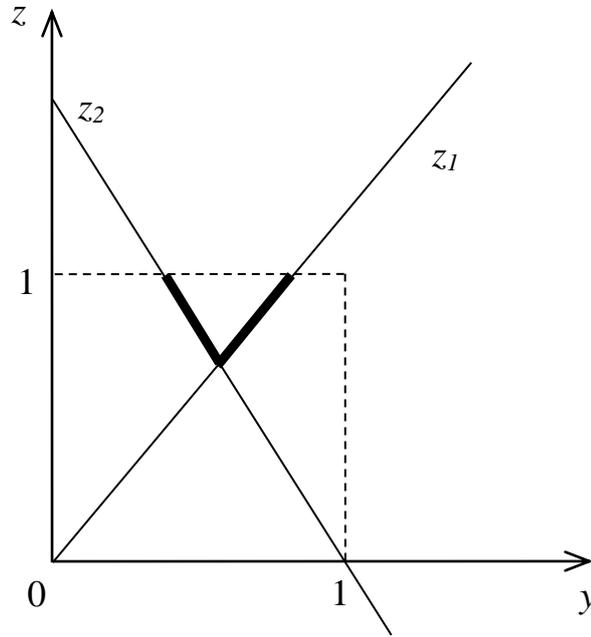


Рисунок 3.10. Графическая иллюстрация выбора оптимальной стратегии

**Пример.** Предположим, что реальная потребность в производственной мощности первого порта  $y$  составляет в долях 0,3. Тогда, при  $y = x = 0,3$ , напряженности работы портов (соответственно величины  $N_1$  и  $N_2$ ) равны между собой и равны по единице. Величины потребностей совпадают с реально выделенными мощностями.

В рыночных условиях хозяйствования, при нестабильных погодных условиях потребности предприятий в мощностях колеблются в зависимости от многих факторов. Эта информация скрыта от ЛПР по ряду объективных и субъективных причин. Эксперты – специалисты ИЛЦ эти параметры могут оценить только ориентировочно. Пусть, например, известно, что потребность в производственной мощности первого порта может колебаться от 20 до 40 % от суммарной, то есть что  $a = 0,2$  и  $b = 0,4$ . Согласно (3.45) получим  $x_{opt} = 1/3$ . То есть на первом предприятии следует разместить примерно 33% общей

производственной мощности. При этом напряженность работы первого порта  $N_1$  составит 0,91, а напряженность второго  $N_2 = 1,04$ . Первое предприятие испытывает дефицит мощности, тогда как на втором наблюдается ее избыток. Таким образом, дисбаланс напряженностей  $d$  в относительных единицах составит  $d = 1,04 - 0,91 = 0,13$ . Это 13 % суммарной мощности.

Пусть теперь в результате проведения ряда усовершенствований (созданы подсистемы мониторинга работы предприятий, поддержки принятия решений) удалось сузить интервал неопределенности вдвое, от 25 до 35%. При этом параметры  $a = 0,25$  и  $b = 0,35$ . Проведя аналогичные расчеты, получим следующие соотношения:  $N_1 = 0,94$ ,  $N_2 = 1,03$ . При этом  $d = 0,07$  или 7% суммарной мощности. Дисбаланс напряженностей работы предприятий также сузился почти вдвое. Таким образом, мониторинг деятельности предприятий и применение рассмотренной игровой ситуации позволяют оценить условия функционирования и обеспечить объективную оптимальную согласованность их загрузки.

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).

### 3.5. Параметризация накопительной системы Южного региона

ТП в целом или некоторый его участок, как правило, функционируют в нестационарных условиях (различные погодные-климатические условия, неравномерный график подхода поездов, форс-мажорные обстоятельства и пр.). В силу этого:

- в некоторые периоды времени нагрузка (на порт, станцию, участок железной, автомобильной 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, потере возможностей и средств.

Сгладить неравномерности производственного процесса на ТП можно с помощью специально созданной накопительной системы (НС). Что такое НС для ТП или его некоторой составляющей? Это:

– склад, на котором можно накапливать и хранить ждущие своей отправки грузы, «сухой» порт [124–130];

– пути, на которых накапливаются и находятся временно отставленные от движения поезда;

– локомотивы (аналогично человеческие ресурсы), имеющиеся в резерве для выполнения форс-мажорных работ и т.д.

Излишние грузовые потоки поглощаются НС, позволяя основному процессу не останавливаться в периоды его повышенной интенсивности. В периоды снижения основного потока грузов НС выдает на ТП накопленные ранее грузы, не останавливая основной процесс. Чем выше объем НС, тем стабильнее работа полигона. Однако обустройство НС, ее обслуживание также требуют затрат.

На рисунке 3.11 представлены виды затрат, обусловленные созданием и функционированием НС. Кривая 1 отражает зависимость затрат от объема  $V$  НС (складские площади, число зарезервированных путей и подвижные единицы и т. д.). Это возрастающая зависимость. Кривая 2 характеризует потери, связанные с простоями грузов, – она убывающая. Суммарные потери (кривая 3) имеют четко выраженный минимум, достигаемый в точке  $O$  с координатами  $(V_0, Z_{\min})$ . То есть структура и параметры ТП определяют некоторую оптимальную НС. Возникает вопрос синтеза такой НС.

Наиболее простой способ: найти зависимости 1, 2, 3; провести процедуру оптимизации, которая даст искомое значение  $V_0$ . Проблема состоит в трудности учета всех факторов, влияющих на исследуемые закономерности.

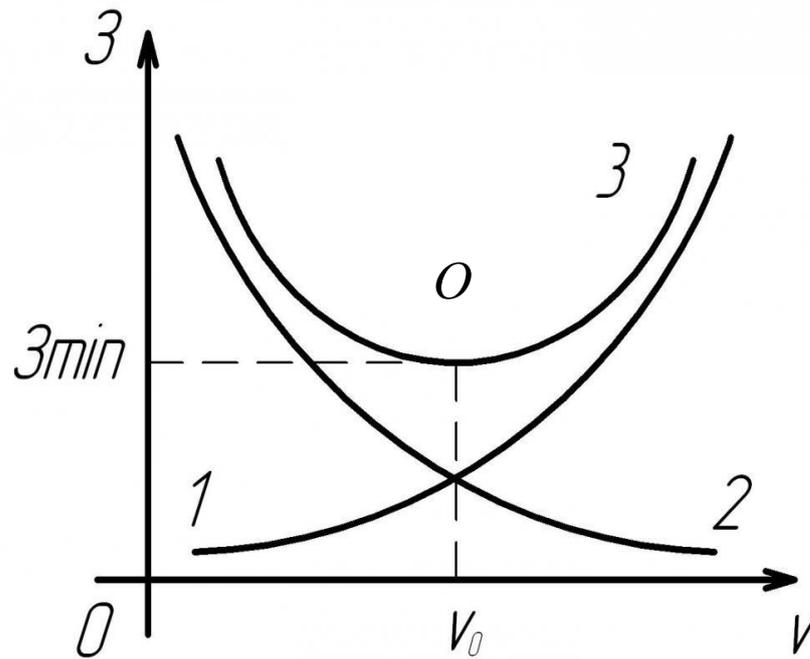


Рисунок 3.11. Финансовые потери, связанные с работой НС

Ниже представлена одна из иных возможных методик реализации этого процесса.

1. Определяем оптимальный объем  $V_0$  накопительной системы по вышеописанной схеме.

2. По результатам наблюдений за исследуемым объектом (ТП или некоторой его составляющей) строим гистограмму, характеризующую (в долях) нагрузку (например, количество отставленных от движения поездов) на объект исследования (ОИ) (рисунок 3.12).

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

4. Определяем числовые характеристики полученного закона распределения. Можно осуществить эту процедуру по гистограмме, можно по аналитическому закону. Во втором случае это:

– математическое ожидание (среднее значение) нагрузки:

$$M(V) = \int V f(V) dV; \quad (3.46)$$

– дисперсия распределения:

$$D(V) = \int (V - M(V))^2 f(V) dV; \quad (3.47)$$

– вероятность попадания случайной величины  $V$  в интервал  $[V_1; V_2]$ :

$$P(V_1 \leq V \leq V_2) = \int_{V_1}^{V_2} f(V) dV. \quad (3.48)$$

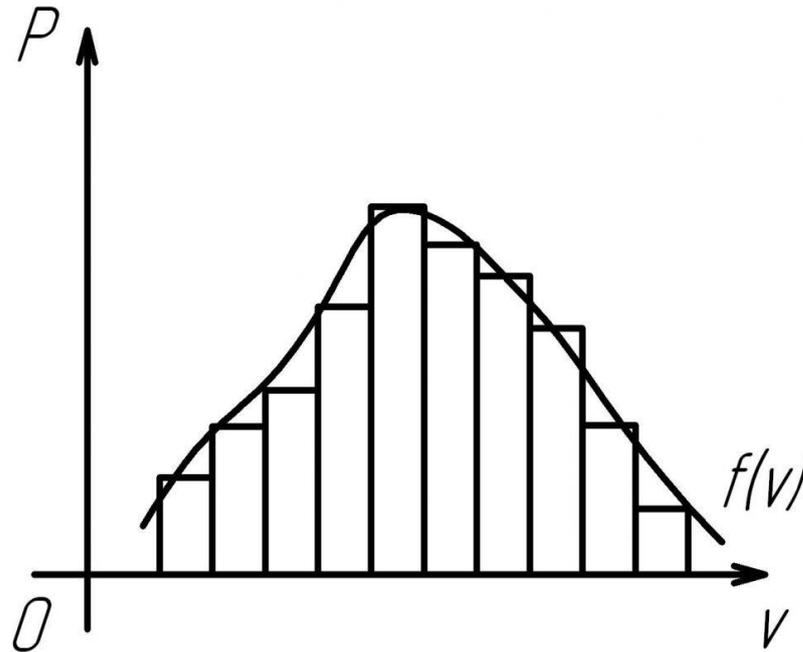


Рисунок 3.12. Гистограмма распределения производственной нагрузки ОИ

Последнее соотношение позволяет определить вероятность превышения нагрузки некоторого значения  $V_1$  при  $V_2 = \infty$  и вероятность того, что нагрузка будет меньше некоторого заданного значения  $V_2$  (при  $V_1$  в (3.48) равном  $-\infty$ ).

Проанализируем полученные результаты.

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 даст экономический эффект.

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

### 3.6 Выводы по третьей главе

На основании выполненного обзора существующих подходов, методов и моделей исследования, систематизированы ключевые задачи ТП, определены методы и инструменты их решения.

Известная технология логико-лингвистического исследования транспортных комплексов с помощью SWOT-анализа:

- расширена PEST-анализом;
- усовершенствован механизм формирования результатов экспертного обследования (ранжирования факторов влияния);
- действие этого механизма расширено на PEST-анализ.

Схема морфологического анализа адаптирована к решению задачи ресурсоориентированного развития региональной транспортной системы и расширена процедурой оптимизации сценариев развития ТСЮР, что придает методике завершённый вид.

Предложен механизм восстановления зашумленных данных о деятельности транспортных предприятий ТСЮР.

Показана применимость известных формализмов согласования интересов хозяйствующих субъектов для решения аналогичных задач функционирования ТП. В частности:

- разработан механизм согласования интересов хозяйствующих субъектов 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 ТП.

Разработана методика создания накопительных систем различного назначения, позволяющих сгладить неравномерности производственного процесса на ТП.

#### 4. Практическая реализация результатов исследования в транспортной системе Южного региона

Данный раздел подводит итог проведенной аналитической работы (мониторинг и анализ состояния проблемы) и разработки теоретических основ исследования ТП (моделей процессов, механизмов принятия решений).

##### 4.1. SWOT-анализ развития ТСЮР

В данном разделе приведена расчетная часть SWOT-анализа, выполненного по методике, представленной в разделе 3.1.

На первом этапе каждый из задействованных экспертов представил набор внутренних и внешних факторов (таблица 4.1).

Таблица 4.1

Анкета опроса эксперта на этапе формирования множества внутренних и внешних факторов

ФИО, должность эксперта
<b>Сильные стороны (Strengths)</b>
1. Наличие в регионе всех видов транспорта
2. Многолетний опыт работы
3. ...
<b>Слабые стороны (Weaknesses)</b>
1. Большое количество пассажирских поездов
2. Погодные условия
3. ...
<b>Возможности (Opportunities)</b>
1. Нарастание объемов перевозок
2. Снижение транспортных издержек
3. ...
<b>Угрозы (Threats)</b>
1. Конкуренция со стороны российских портов Балтийского и Северного бассейнов
2. Высокая загрузка ж.-д. инфраструктуры
3. ...

Объединенные факторы эксперты оценивали путем заполнения анкеты, сведенной в таблицу 4.2.

Таблица 4.2

## Анкета оценки факторов экспертами (фрагмент)

ФИО, должность эксперта	Вес фактора	Интервал (шкала)	Оценка
<b>Слабые стороны (Weaknesses)</b>			
1. Недостаточное развитие ж.-д. и автоподходов к портам			
2. Большое количество и преимущественный пропуск пассажирских поездов в летний период			
3. Маловодность Волги и Дона в последние годы			
4. ...			
<b>Сильные стороны (Strengths)</b>			
1. Наличие в регионе всех видов транспорта.			
2. Глубоководность и наличие достаточного причального фронта в портах Черного моря			
3. Круглогодичный режим работы портов			
4. ...			
<b>Возможности (Opportunities)</b>			
1. Интенсификация развития региона			
2. Повышение эффективности и надежности перевозок			
3. Увеличение скорости доставки			
4. ...			
<b>Угрозы (Threats)</b>			
1. Конкуренция со стороны портов Балтийского и Северного бассейнов			
2. Высокая загрузка железнодорожной инфраструктуры			
3. Смешанное движение пассажирских и грузовых поездов			
4. ...			

После обработки результатов экспертных оценок наиболее значимые факторы сведены в SWOT-матрицу (таблица 4.3).

## Анализ внутренней и внешней среды ТСЮР методом SWOT-анализа

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

Оценка влияния факторов внешней среды на развитие ТСЮР выполнена путем расположения их в матрице возможностей (таблица 4.4) и матрице угроз (таблица 4.5) [113], которые становятся инструментами для менеджмента ТСЮР.

Таблица 4.4

## Матрица возможностей ТСЮР

Вероятность использования возможностей	Влияние возможностей		
	сильное	умеренное	малое
Высокая	О1. Нарращивание объемов перевозок	О6. Повышение эффективности и надежности перевозок	
Средняя	О3. Интенсификация развития региона	О4. Увеличение скорости доставки	
Низкая	О5. Снижение транспортных издержек	О2. Привлечение дополнительных грузопотоков с альтернативных маршрутов	

Таблица 4.5

## Матрица угроз

Вероятность реализации угроз	Последствия угроз		
	разрушительные	тяжелые	легкие
Высокая	Т5. Высокий уровень загрузки железнодорожной инфраструктуры	Т1. Конкуренция со стороны портов Балтийского и Северного бассейнов	Т4. Увеличение отправок грузов в восточном направлении
Средняя	Т6. Смешанное движение пассажирских и грузовых поездов	Т2. Низкий фрахт из Балтийского и Северного бассейнов в порты стран Средиземноморья	Т3. Перепроизводство и профицит предложений отдельных видов товаров на мировых и региональных рынках
Низкая			

Следующим шагом являются анализ и оценка сочетаний наиболее выраженных слабых сторон и угроз, сильных сторон и возможностей. Процедура оценки выполняется этой же группой экспертов, обработанные результаты экспертных оценок сведены в таблицу 4.6.

## Количественная оценка сильных и слабых сторон, угроз и возможностей

		Сильные стороны S								Слабые стороны W								
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	Σ
Возможности O	O1	3	4	5	5	5	4	4	3	5	2	5	3	4	3	4	5	64
	O2	5	5	4	5	4	3	4	4	5	2	3	3	3	4	3	4	61
	O3	3	3	5	5	5	4	4	2	5	2	4	3	2	4	4	5	60
	O4	5	4	2	3	1	4	5	4	5	3	5	1	1	3	4	5	55
	O5	4	4	3	3	2	4	5	5	5	5	5	1	1	4	4	5	60
	O6	4	5	3	4	5	5	5	3	4	3	4	2	2	5	4	5	63
Угрозы T	T1	4	3	5	5	5	1	2	1	5	1	5	3	4	2	5	4	55
	T2	3	3	4	5	5	1	1	1	5	1	4	3	2	5	4	5	52
	T3	2	2	1	3	4	1	1	1	4	1	3	1	1	1	2	5	33
	T4	2	2	3	2	3	1	1	1	3	1	4	4	3	1	2	2	35
	T5	4	4	1	2	1	5	2	1	5	5	5	3	4	3	4	5	54
	T6	3	4	1	2	2	1	4	1	5	3	5	4	2	1	5	3	46
	Σ	42	43	37	44	42	34	38	27	56	29	52	31	29	36	45	53	

Количественная оценка сильных и слабых сторон, угроз и возможностей позволяет выявить наиболее значимые из них. Результаты оценки S-, W-, O-, T-факторов сведены в таблицу 4.7.

Разработка стратегии развития ТСЮР базируется на сформированном с помощью экспертного метода «проблемного поля», включающего относительно независимые друг от друга мероприятия. Проведенная количественная оценка взаимовлияния сильных и слабых сторон, возможностей и угроз позволяет получить проблемное поле ТСЮР и сформулировать приоритетные направления развития, представленные в таблице 4.8.

Суммарные оценки сформулированных проблем, сведенные в таблицу 4.9, позволяют выявить наиболее значимые из них.

## Совокупная оценка сильных и слабых сторон, угроз и возможностей ТСЮР

<b>Сильные стороны (Strengths)</b>	<b>Сумм. балл</b>	<b>Слабые стороны (Weaknesses)</b>	<b>Сумм. балл</b>
S 1. Наличие в регионе всех видов транспорта.	42	W 1. Недостаточное развитие ж.-д. и автомобильных подходов к портам	56
S 2. Высокий уровень развития видов транспорта	43	W 2. Погодные условия	29
S 3. Глубоководность и наличие достаточного причального фронта в портах Черного моря.	37	W 3. Большое количество и преимущественный пропуск пассажирских поездов в летний период	52
S 4. Круглогодичный режим работы портов	44	W 4. Функционирование портов в курортных районах	31
S 5. Конкуренентоспособная логистика из основных производственных и сырьевых регионов страны	42	W 5. Ограниченность портовых территорий городской застройкой	29
S 6. В конкуренции с зарубежными портами – возможность доставки грузов без пересечения границы	34	W 6. Маловодность Волги и Дона в последние годы	36
S 7. Наличие базы подготовки высококвалифицированных специалистов	38	W 7. Необходимость перелома веса грузовых поездов	45
S 8. Многолетний опыт работы	27	W 8. Отсутствие инновационной перегрузочной техники и технологий, эффективного взаимодействия участников перевозочного процесса	53
<b>Возможности (Opportunities)</b>	<b>Сумм. балл</b>	<b>Угрозы (Threats)</b>	<b>Сумм. балл</b>
O 1. Нарастание объемов перевозок	64	T 1. Конкуренция со стороны портов Балтийского и Северного бассейнов.	55
O 2. Интенсификация развития региона	61	T 2. Низкий фрахт из Балтийского и Северного бассейнов в порты Средиземноморья	52
O 3. Привлечение дополнительных грузопотоков с альтернативных маршрутов	60	T 3. Перепроизводство и профицит предложений на мировых и региональных рынках	33
O 4. Увеличение скорости доставки	55	T 4. Увеличение отправок грузов в восточном направлении	35
O 5. Повышение эффективности и надежности перевозок	60	T 5. Высокий уровень загрузки железнодорожной инфраструктуры	54
O 6. Снижение транспортных издержек	63	T 6. Смешанное движение пассажирских и грузовых поездов	46

## Проблемные поля ТСЮР

		Сильные стороны S								Слабые стороны W							
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8
Возможности O	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 малодействованных 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 T	T1	Применение конкурентоспособных тарифов на перевалку															
	T2																
	T3	Государственное субсидирование перевозок отдельных категорий грузов															
	T4									Применение понижающих коэффициентов к тарифам							
	T5	Более интенсивное использование других видов транспорта															
	T6																

Таблица 4.9

## Количественная оценка проблемных полей ТСЮР

№ п/п	Проблемное поле	Оценка, $P_i$
1	Привлечение инвестиции и развитие инфраструктуры	67
2	Комплексное развитие инфраструктуры, техники, технологий, форм организации перевозочного процесса	65
3	Цифровизация, интеллектуализация, развитие систем поддержки принятия решений и безлюдных технологий	64
4	Создание новых специализированных мощностей на мало действованных территориях	60
5	Применение и развитие полигонных технологий	56
6	Развитие инструментов и методов эффективного взаимодействия участников перевозочного процесса	53
7	Специализация ж.-д. линий по видам движения	52
8	Применение конкурентоспособных тарифов на перевалку	49
9	Применение локомотивов новых серий, развитие тяжеловесного движения	45
10	Более интенсивное использование других видов транспорта	38
11	Строительство гидроузлов	36
12	Создание накопительной системы	29
13	Государственное субсидирование перевозок отдельных категорий грузов	15
14	Применение понижающих коэффициентов к тарифам	15

В результате оценки проблемных полей необходима первоочередная реализация следующих мероприятий:

1. Привлечение инвестиций и развитие инфраструктуры.

В последнее время в Южном регионе реализованы крупные инфраструктурные проекты в рамках подготовки к проведению Олимпийских игр, чемпионата мира по футболу, реализации Транспортной стратегии до 2030 года. Но для сбалансированного развития эффективной транспортной инфраструктуры необходимо строительство вторых путей, электрификация грузонапряженных участков железнодорожных направлений, развитие станций, обеспечивающих работу крупных портов и терминалов, что требует значительных инвестиций и развития инструментов их привлечения [131–134].

2. Комплексное развитие инфраструктуры, техники, технологий, форм организации перевозочного процесса.

Сбалансированность возможностей инфраструктуры, тяговых ресурсов и перерабатывающих мощностей станции позволяет получить энерго- и ресурсосберегающие решения на полигоне сети. Локализованная реализация таких решений является одним из перспективных направлений технической политики полигона сети.

3. Цифровизация, интеллектуализация, развитие систем поддержки принятия решений и безлюдных технологий.

В настоящее время ощущается недостаток современных информационных технологий, обеспечивающих поддержку принятия решений и интеллектуализацию сложных транспортных процессов. Предлагается для этих целей использовать рассмотренные в разделе 2.3 инструменты, методы и технологии цифровизации: RPA, Big Data, Data Mining и Machine Learning, ИНС и другие [135–137].

Необходимость внедрения указанных технологий и методов в работу ТСЮР связана с высокой практической ценностью указанных алгоритмов и

возможностью применения в сложных транспортных процессах региональной транспортной системы, транспортного полигона.

4. Создание новых специализированных мощностей на малозадействованных территориях.

Одним из ключевых проектов в Южном регионе является строительство с 2004 года морского порта Тамань в районе мыса Железный Рог Краснодарского края. В настоящее время в порту функционирует 9 причалов с износом менее 10 %, терминалы по перегрузке масложирового сырья, зерна, нефтепродуктов, сжиженного углеводородного газа. Реализуется проект создания сухогрузного района для обработки навалочных, накатных и контейнерных грузов. Активно развивается западный район Ростовского портового комплекса в левобережной промышленной зоне. Реализация указанных проектов позволит дополнить имеющиеся в Азово-Черноморском бассейне портовые мощности.

5. Применение и развитие полигонных технологий.

Управление подводом грузовых поездов к портам не только на полигоне припортовой Северо-Кавказской железной дорог (СКЖД), но и на полигонах смежных (Юго-Восточной (ЮВЖД), Приволжской (ПривЖД)) железных дорог позволит снизить потери от образования отставленных от движения поездов. Использование имеющейся инфраструктуры смежных дорог по пути следования экспортных грузопотоков [123, 138, 139] позволит разгрузить припортовую инфраструктуру СКЖД без строительства капиталоемкой накопительной системы (п. 12 таблицы 4.9). Как видно из таблицы 4.9, использование в качестве накопительной системы инфраструктуры смежных дорог выводит внедрение полигонных технологий на первую позицию с суммарной оценкой 96 баллов.

6. Развитие инструментов и методов эффективного взаимодействия участников перевозочного процесса, внедрение их в работу ТСЮР позволит повысить эффективность функционирования и конкурентоспособность за счет снижения издержек, возникающих на стыке видов транспорта, при переходе груза от одного участника перевозки к другому, увеличения объемов транспортной

работы за счет эффективной загрузки инфраструктуры, подвижного состава, перевалочных мощностей [139].

#### 7. Специализация железнодорожных линий по видам движения.

Особенностью железных дорог Южного региона, как и России в целом, является смешанное движение пассажирских и грузовых поездов. История их развития не предусматривала специализации для отдельного пропуска пассажирских и грузовых поездов. Основные грузо- и пассажиропотоки следуют по одним и тем же направлениям из-за того, что крупные промышленные (грузообразующие) пункты в то же время являются крупными (пассажирообразующими) городами. Помимо этого, в Южном регионе основные пассажиропотоки следуют в направлении курортных зон, основные грузопотоки – в направлении портов, расположенных в этих районах.

Постоянный рост объемов экспортно-импортных перевозок грузов через порты, грузовой работы в направлении Крымского полуострова, привел к тому, что в Южном регионе имеют место затруднения с пропуском поездов. После завершения строительства транспортного перехода через Керченский пролив, предполагается организация дополнительного пропуска до ста пар пассажирских и грузовых поездов на полуостров Крым.

В связи с этим и с учетом усиления пропускной способности железнодорожных подходов к портам предлагается разделение грузового и пассажирского движения по направлениям Котельниково – Тихорецкая – «9 км» – Вышестеблиевская и Сохрановка – Лихая – Ростов – Тимашевская – Краснодар – Адлер соответственно [140].

Представленный анализ внутренней и внешней среды функционирования транспортной системы Южного региона позволяет сформулировать сильные и слабые стороны, возможности и угрозы ее развития. Предложенные мероприятия позволят повысить эффективность ТСЮР.

## 4.2 Ценологический анализ Южного полигона железнодорожной сети

В данном разделе представлен расчет техноценозов на полигоне ТСЮР по предложенной в разделе 2.4 методике.

На первом этапе построения ценоза – сбора и обобщения исходных данных – получены реальные данные о количестве функционирующих на полигонах СКЖД, ЮВЖД и ПривЖД станций различных типов: промежуточных, грузовых, разъездов, участковых, путевые посты, пассажирские, обгонные пункты, сортировочные. Построенные гистограммы представлены на рисунках 4.1–4.3.

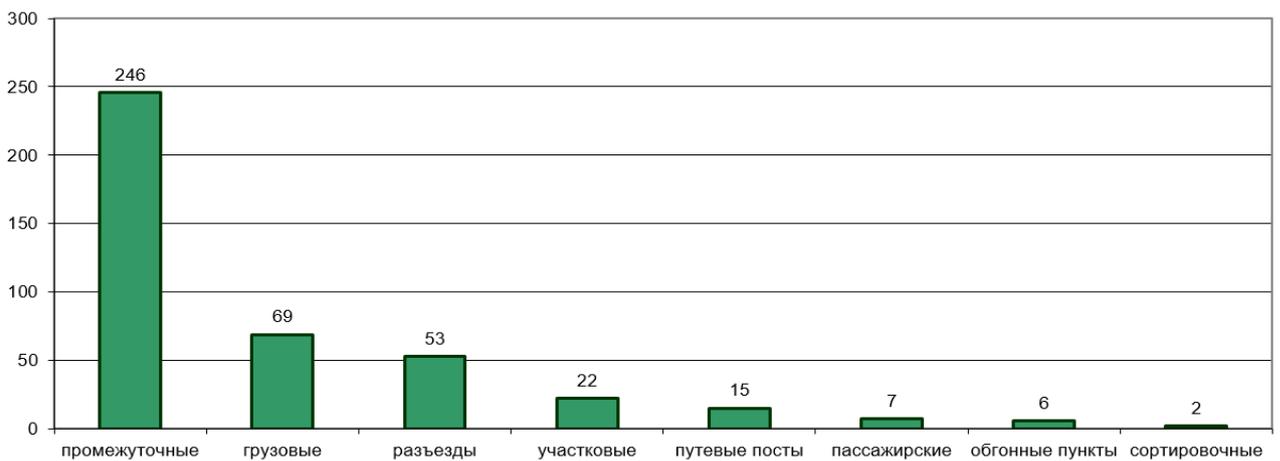


Рисунок 4.1. Построение гистограммы количества станций на полигоне СКЖД

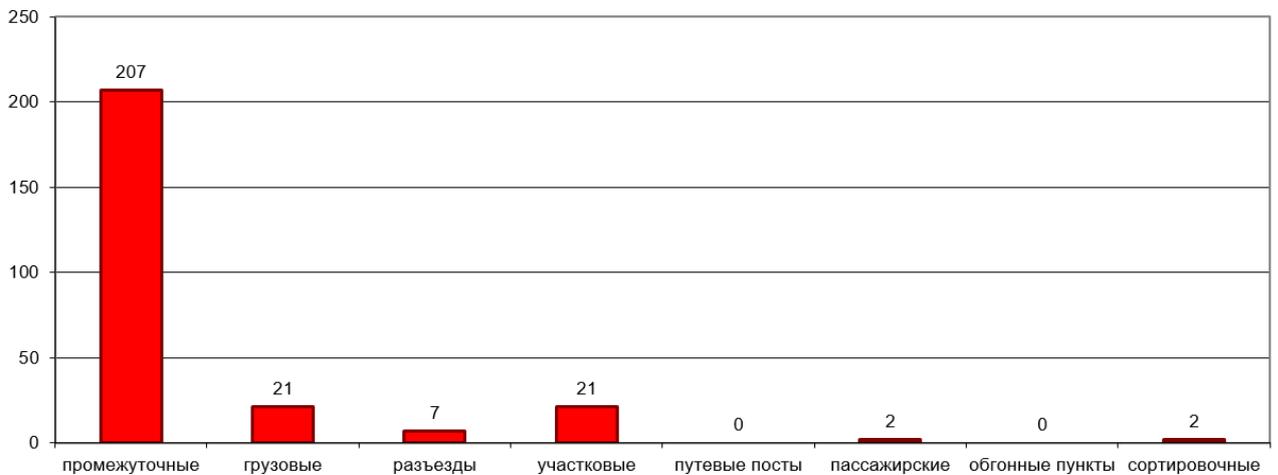


Рисунок 4.2. Построение гистограммы количества станций на полигоне ЮВЖД

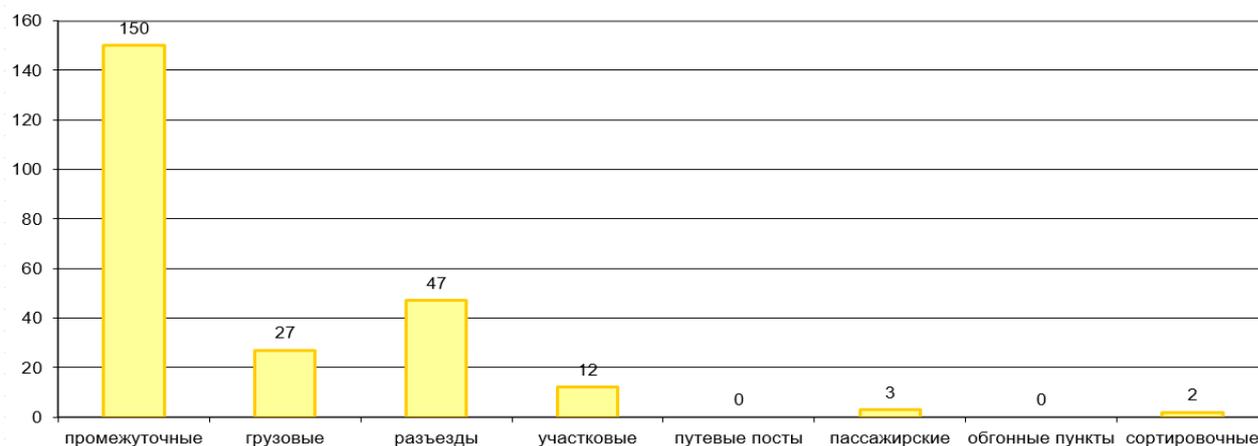


Рисунок 4.3. Построение гистограммы количества станций на полигоне ПривЖД

С точки зрения управления подводом экспортных грузов к портам ТСЮР в состав Южного полигона целесообразно включить полигоны трех указанных дорог. Гистограмма количества станций объединённого полигона представлена на рисунке 4.4.

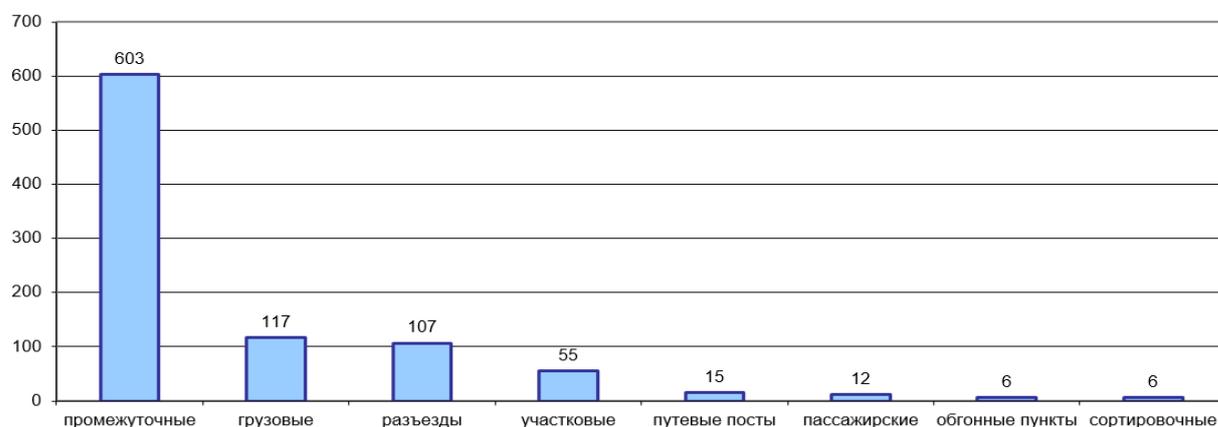


Рисунок 4.4. Построение гистограммы количества станций на полигоне трех дорог

Большее 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 особенностями топологии сети рассмотренных железных дорог.

На втором этапе выполнена аппроксимация зависимости  $y = \frac{A}{x^\alpha}$  с помощью имеющихся в свободном доступе программных средств MS Excel. Параметром техноценоза  $x$  в данном исследовании является количество станций различных видов. Результаты расчетов представлены на рисунках 4.5–4.8.

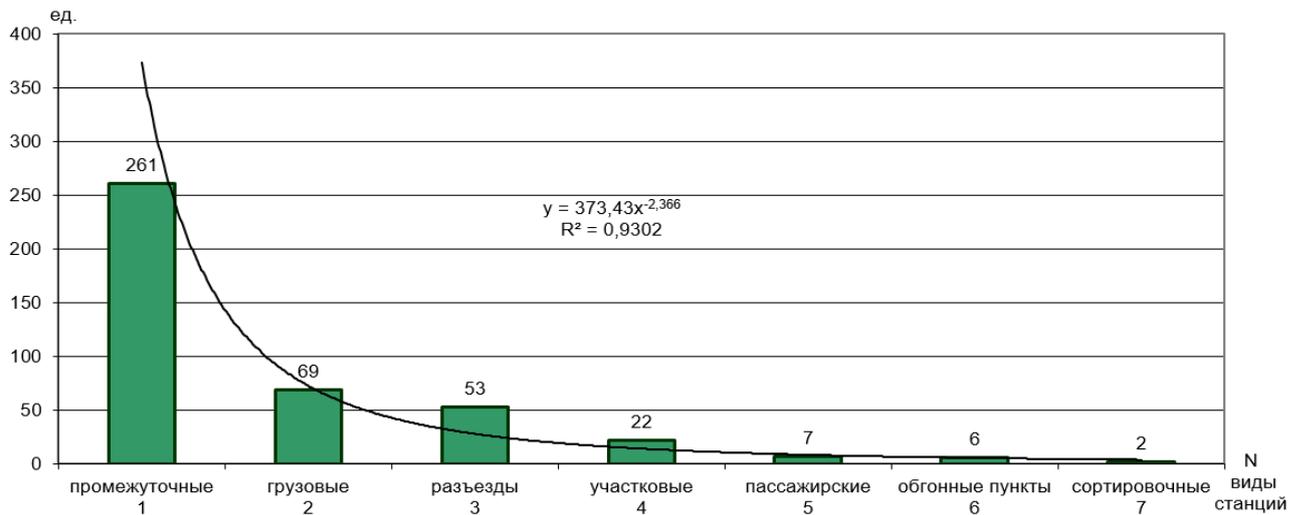


Рисунок 4.5. Аппроксимация степенной функцией количества станций на полигоне СКЖД

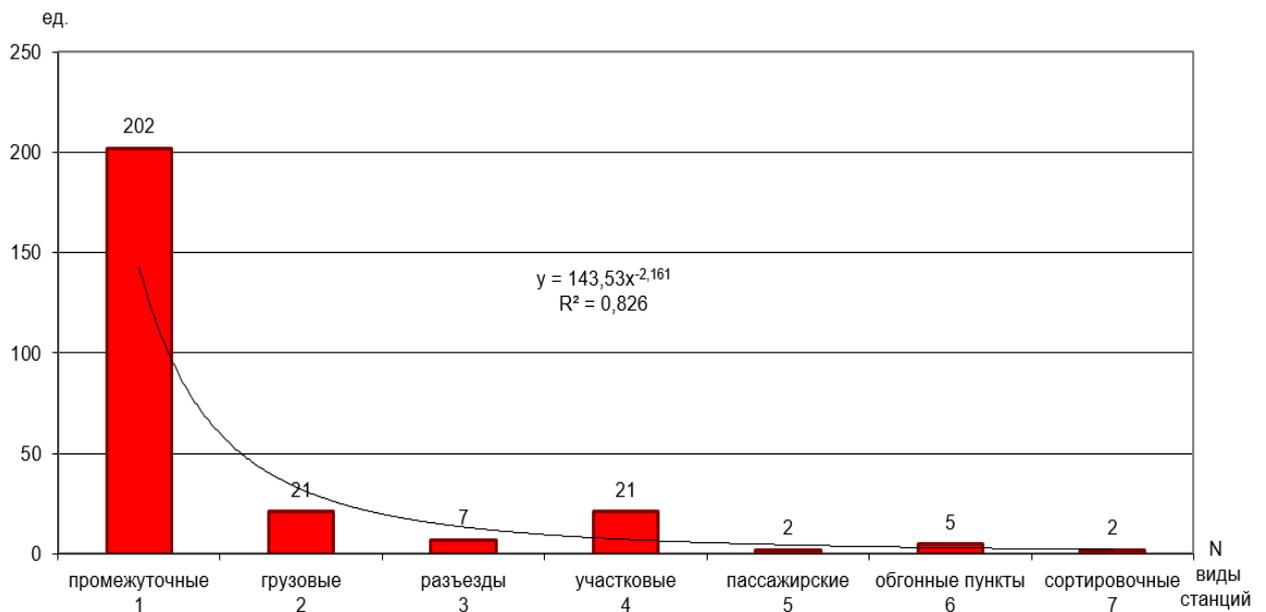


Рисунок 4.6. Аппроксимация степенной функцией количества станций на полигоне ЮВЖД

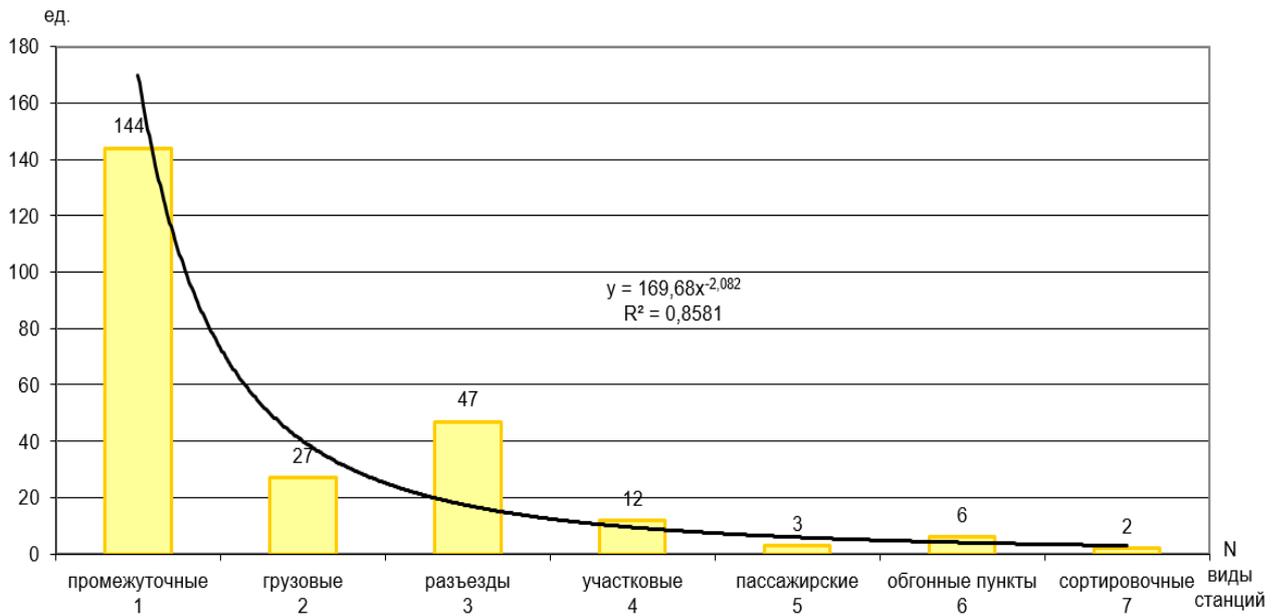


Рисунок 4.7. Аппроксимация степенной функцией количества станций на полигоне ПривЖД

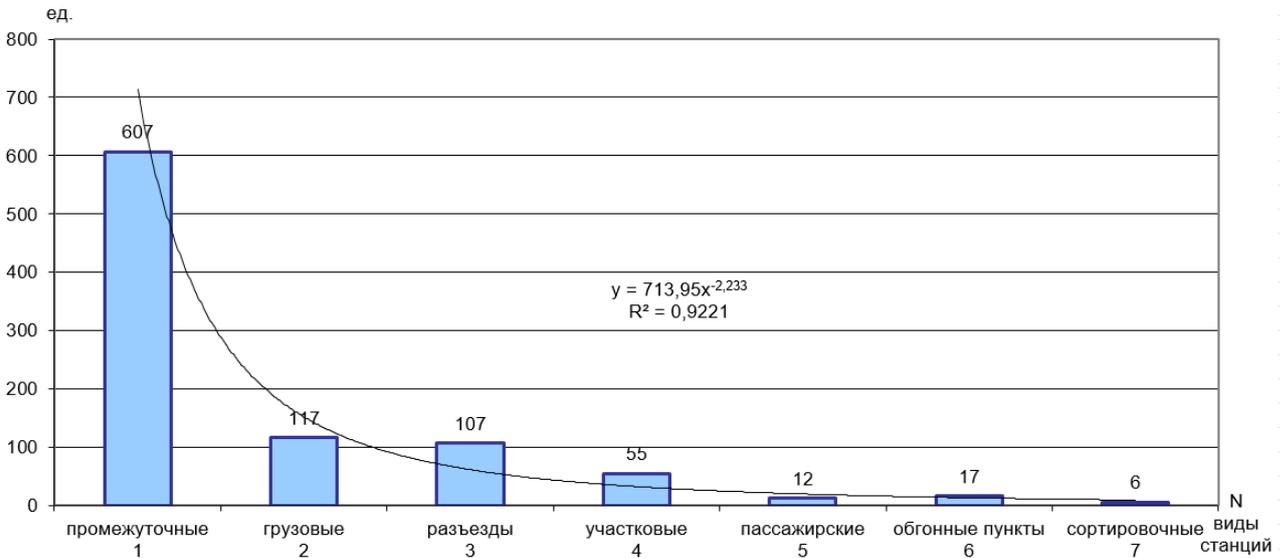


Рисунок 4.8. Аппроксимация степенной функцией количества станций на полигоне трех дорог

Оценка точности аппроксимации выполнена по критерию Фишера, который определяется по формуле:

$$F = \frac{R^2}{1 - R^2} \cdot \frac{n - k - 1}{k}, \quad (4.1)$$

где  $R^2$  – коэффициент детерминации,  
 $n$  – количество наблюдений,  $n = 7$ ,  
 $k$  – число объясняемых переменных,  $k = 1$ .

Полученные значения необходимо сравнить с критическим значением из таблиц Фишера:

$$F_{1-\alpha}(v_1, v_2), \quad (4.2)$$

где  $\alpha$  – уровень значимости,  
 $v_1, v_2$  – степени свободы,  $v_1 = k$ ,  $v_2 = n - k - 1$ .

Если  $F > F_{1-\alpha}(k, n - k - 1)$  – то при заданном уровне значимости принимается гипотеза о надежности модели в целом.

Если  $F < F_{1-\alpha}(k, n - k - 1)$ , то при заданном уровне значимости гипотеза о надежности модели в целом отвергается.

Фактическое значение  $F$ -критерия составит:

$$F_{\text{СКЖД}} = 66,6; F_{\text{ЮВЖД}} = 23,65; F_{\text{ПривЖД}} = 30,25; F_{\text{полигон}} = 59,15.$$

Табличные значения  $F$ -критерия, определенные по таблицам распределения Фишера при степенях свободы  $v_1 = k = 1$ ,  $v_2 = n - k - 1 = 5$ , и уровнях значимости  $\alpha = 0,10; 0,05; 0,01; 0,001$  составляют соответственно  $F_{0,10} = 4,06$ ,  $F_{0,05} = 6,61$ ,  $F_{0,01} = 16,26$ ,  $F_{0,001} = 47,04$ .

Сравним полученные фактические значения с табличными:

$$F_{\text{СКЖД}} > F_{0,05}, F_{\text{ЮВЖД}} > F_{0,05}, F_{\text{ПривЖД}} > F_{0,05}, F_{\text{полигон}} > F_{0,05}.$$

Как видно из представленных выше неравенств, точность аппроксимации моделей, представленных на рисунках 4.5–4.8 удовлетворительная – на полигонах каждой из рассмотренных дорог и объединенном полигоне техноценоз есть.

Причем параметр ценоза  $\alpha$  больше всего отличается от оптимального у модели, представленной на рисунке 4.5, описывающей СКЖД, это позволяет сделать вывод, что стационарного хозяйства дороги недостаточно для устойчивого, надежного и эффективного подвода экспортных грузов в порты.

У зависимости, представленной на рисунке 4.8, описывающей объединенный полигон трех дорог, параметр ценоза  $\alpha$  ближе к оптимальному, значит, полигонная структура более устойчива и эффективна.

Проведенные на основе реальных данных расчеты и полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что предложенная методика работоспособна, позволяет определить зависимости организационных структур ТСЮР, выявить наиболее эффективные.

### **4.3 Развитие перевозочного процесса в Южном регионе на базе морфологической модели**

#### **4.3.1 Морфологическая модель организации перевозок в ТСЮР**

Одной из особенностей ТСЮР является наличие грузонапряженных направлений железных дорог. Рассмотрим задачу организации движения на грузонапряженных направлениях железных дорог с помощью инструментов морфологического анализа, дополненного процедурой оптимизации, по методике, изложенной в разделе 3.4.

На грузонапряженных направлениях железных дорог существует риск неосвоения предъявляемых объемов перевозок. Точная и полная формулировка проблемы, подлежащей решению, может выполняться экспертами различных ведомств и сфер деятельности с помощью PEST- и SWOT-анализа по методике представленной в разделе 3.1.

Здесь это описание инфраструктурных, технических, технологических, экономических условий, в которых функционирует железнодорожное направление.

Критериями оценки возможной организации движения примем  $J_1$  – себестоимость перевозки, и  $J_2$  – технологическое время перевозки.

В качестве структурных элементов исследуемой проблемы примем:  $P_1$  – техническое развитие железнодорожного направления;  $P_2$  – наличие

пассажирского движения на рассматриваемом направлении;  $P_3$  – технологию организации движения поездов;  $P_4$  – грузонапряженность железнодорожного направления.

Параметры  $P_1, P_2, P_4$  идентифицируют внутреннюю и внешнюю среду функционирования железнодорожного направления. Параметр  $P_3$  является управляющим, допускает изменение своими силами.

Оценки выделенных параметров  $\{P_i^j\}$  на заданный временной интервал представлены ниже:

$P_1^1$  – однопутный участок железнодорожного направления;

$P_1^2$  – двухпутный участок железнодорожного направления;

$P_2^1$  – преобладание пассажирских перевозок;

$P_2^2$  – преобладание грузовых перевозок;

$P_2^3$  – отсутствие пассажирских перевозок;

$P_3^1$  – традиционные технологии перевозок;

$P_3^2$  – усовершенствованные технологии (тяжеловесное движение, соединенные поезда);

$P_4^1, P_4^2, P_4^3$  – грузонапряженность (низкая, значительная, высокая).

Полученные значения, формируют следующую матрицу:

$$\begin{bmatrix} P_1^1 & P_1^2 & \\ P_2^1 & P_2^2 & P_2^3 \\ P_3^1 & P_3^2 & \\ P_4^1 & P_4^2 & P_4^3 \end{bmatrix} \quad (4.3)$$

Выделив в каждой строке матрицы один из ее элементов и соединив сверху вниз все выделенные элементы, получим  $S_i$  – вариант организации движения на грузонапряженных направлениях (таблица 4.10).

$$S_i = (S_1, S_2, \dots, S_n), n = 36. \quad (4.4)$$

Будем считать, что эта часть процедуры выполнена.



Оценка вариантов 25–36 организации движения по заданным критериям

$S_i$	$S_{25}$	$S_{26}$	$S_{27}$	$S_{28}$	$S_{29}$	$S_{30}$	$S_{31}$	$S_{32}$	$S_{33}$	$S_{34}$	$S_{35}$	$S_{36}$
$J_1$	15	18	6	14	<b>5</b>	15	13	5	16	8	10	14
$J_2$	4	3	8	7	<b>4</b>	6	7	10	5	6	6	6
$J_{o2}$					<b>80</b>							

Алгоритм оптимизации:

1. Все критерии: и себестоимость, и технологическое время перевозки – требуют минимизации.

2. Накладываем ограничения:

$J_1$  – себестоимость перевозки должна быть не выше платы за перевозку (условно примем  $J_{r1} = 8$ );

$J_2$  – технологическое время перевозки не должно превышать нормативный срок доставки (примем  $J_{r2} = 5$ ).

3. Из таблиц 3–5 исключаются все варианты  $S_i$ , для которых не выполняется хотя бы одно из условий  $J_1, J_2$ .

4. Вводим интегральный критерий оценки исследуемых ситуаций. Необходимость соблюдения и первого и второго условия предполагает проведение расчета по взвешенному среднему геометрическому:

$$J_{o2} = \prod_{j=1}^m J_j^{\alpha_j} \quad (4.5)$$

Так как нарушение срока доставки влечет выплату пени, установим вес второго критерия выше, чем первого:  $\alpha_1 = 1$ ,  $\alpha_2 = 2$ . Интегральный критерий примет вид  $J_{o2} = J_1 \cdot J_2^2$ . Его конкретными значениями на области допустимых вариантов являются  $J_{o21} = 8 \cdot 5^2 = 200$ ,  $J_{o29} = 7 \cdot 3^2 = 63$ ,  $J_{o213} = 6 \cdot 4^2 = 96$ ,  $J_{o229} = 5 \cdot 4^2 = 80$ .

Из чего следует, что наиболее предпочтительным вариантом является

$$S_{\text{опт}} = \arg \min J_{okj} = S_9.$$

Наиболее предпочтительными вариантами организации движения на грузонапряженных направлениях железных дорог являются:

1. Движение поездов на двухпутных (многопутных) электрифицированных участках железных дорог. В связи с высокими затратами, финансовыми и временными, на строительство, электрификацию железнодорожных путей, недостатком ресурсов реализация этого варианта не всегда возможна. Вопросы расчета необходимой пропускной способности железнодорожных [111, 141] и автомобильных [141] участков достаточно подробно изучены.

2. Движение поездов кружностью, по менее загруженным участкам (технологические аспекты этого варианта рассмотрены в разделе 4.3.2).

3. Специализация железнодорожных направлений для грузового и пассажирского движения [140].

4. Организация движения тяжеловесных, длинносоставных, соединенных поездов [142–145].

#### **4.3.2. Оптимизация маршрутов следования вагонопотоков на грузонапряженных направлениях полигона**

В данном подразделе изложена методика исследования и организации пропуска поездов на грузонапряженных линиях, основанная на временных ограничениях процесса доставки грузов, учитывающая многокритериальную постановку задачи и включающая процедуру многокритериальной оптимизации.

Известно, что в соответствии с [58] плата за перевозку грузов железнодорожным транспортом взимается за кратчайшее расстояние, даже в случае фактического увеличения расстояния.

Перевозки по кратчайшим расстояниям экономически целесообразны – это обеспечивает грузовладельцам и перевозчику минимальные расходы и своевременность доставки грузов.

Но в современных условиях хозяйствующие субъекты для получения экономического эффекта вправе сами определять (изменять) направления и параметры перевозок. Поэтому, в соответствии с интересами грузовладельцев, возможно следование грузов кружностью, по направлениям, не установленным планом формирования, во встречном направлении, отгрузки с высоким уровнем неравномерности. Операторы подвижного состава также преследуют свои интересы, вагонный парк операторов регулируется их же оперативным персоналом, зачастую без учета инфраструктурных ограничений.

По этим причинам отдельные направления становятся перегруженными, возникают длительные задержки составов, особенно на припортовых дорогах, возникают отставленные от движения поезда, в отдельные сутки их количество в ТСЮР достигало 200 единиц, а в средние сутки – порядка 50 [146].

В ТСЮР по указанным выше причинам, а также когда возможности объектов инфраструктуры в соответствии с их техническими характеристиками не позволяют беспрепятственно пропустить по участку или станции расчетный плановый поездопоток (вагонопоток), имеют место случаи направления грузопотоков кружностью. В отдельных случаях для временного отстоя составы поездов назначением в Новороссийск выставляются на станции Минераловодского и Махачкалинского регионов. Поэтому возникают разрывы (в тонно-километрах) между тарифными и эксплуатационными пробегами вагонов, что негативно сказывается на доходности. В связи с этим более рациональное направление грузопотоков и порожних вагонов позволит серьезно сократить непроизводительную работу ТСЮР.

Анализ факторов, влияющих на изменение направления следования груженых и порожних вагонопотоков, показал, что наиболее значимыми факторами являются: инфраструктурные ограничения железных дорог; несогласованные действия участников перевозок, вызванные отсутствием соответствующего инструментария, нормативного обеспечения, устанавливающего их права и ответственность; не работающие в полную силу Единые технологические процессы; нарушения технологической дисциплины со

стороны оперативного персонала, неоформление кружности в установленном порядке и др. [90].

Следование вагонопотоков кружностью в отдельных случаях, особенно на загруженных направлениях, имеющих недостаточную пропускную способность, целесообразно и необходимо. Решение данной задачи предложено осуществлять на основе следующей методики, что позволит формализовать эту процедуру и повысить ее эффективность.

1. Исследование возможных ситуаций пропуска поездов на грузонапряженных линиях, проводимое средствами PEST-, SWOT-анализа, по методике, представленной в разделе 3.1. Экспертизу проводит рабочая группа из опытных специалистов и руководителей производства. Результатом экспертизы является:

а) перечень возможных вариантов следования вагонопотоков:

$$S = (S_1, S_2, \dots, S_n); \quad (4.6)$$

б) перечень учитываемых критериев:

$$J = (J_1, J_2, \dots, J_m); \quad (4.7)$$

в) постановка задачи оптимизации, включающая накладывание ограничений  $J_j \geq J_{j_2}$  или  $J_j \leq J_{j_2}$ , ввод интегрального критерия оценки исследуемых ситуаций:

$$J_{o1} = \sum_{j=1}^m \alpha_j J_j \text{ или } J_{o2} = \prod_{j=1}^m J_j^{\alpha_j}. \text{ Таким образом формируется двумерная таблица}$$

4.14.

В сокращенном виде таблица 4.14 может быть представлена выражением:

$$\{S_i, J_j\}, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}. \quad (4.8)$$

2. Силами рабочей группы осуществляется расчет значений  $a_{ij}$ . Методика расчета ряда параметров приведена ниже [90].

3. Реализуется процедура оптимизации, т. е. находится  $S_{\text{опт}} = \arg \max J_{oki}$  на множестве ограничений.

Оценка по заданным критериям

$S_i \backslash J_j$	$J_1$	...	$J_m$
$S_1$	$a_{11}$	...	$a_{1m}$
...	...	...	...
$S_n$	$a_{n1}$	...	$a_{nm}$

Движение вагонопотоков на полигоне дороги осуществляется по следующим схемам:

- ввоз ( $T_{\text{вв}}$ ) – от приема с других дорог до станции выгрузки;
- вывоз ( $T_{\text{выв}}$ ) – от станции погрузки до сдачи на другие дороги;
- местное сообщение ( $T_{\text{мс}}$ ) – от станции погрузки до станции выгрузки на той же дороге;
- транзит ( $T_{\text{тр}}$ ) – от приема до сдачи на другие дороги.

Изменение направления следования вагонопотока (поездотока) в ТСЮР возможно по двум вариантам.

Первый подразумевает изменение следования в пределах полигона дороги, он актуален при условии наличия на дороге параллельных линий. В этом случае поездотоки направляются в обход загруженных участков и возвращаются на основной, установленным планом формирования маршрут.

Второй вариант требует изменения стыковых станций передачи поездов между смежными дорогами, его целесообразно использовать, если на дороге нет параллельных линий или их пропускной способности недостаточно. Этот вариант требует согласования с верхним уровнем управления – Центральной дирекцией управления движением [148].

Управляющее решение о направлении поездотока кругностью принимается на основе полученных данных о наличной и потребной пропускной способности участков и применения представленной выше методики.

Критериями целесообразности направления грузопотоков кружностью по возможным маршрутам могут выступить технологическое время продвижения вагонов и себестоимость.

Технологическое время следования по указанным выше схемам включает следующие элементы и не должно превышать нормативного срока доставки, который выступает в качестве ограничения ( $T_n$ ):

$$T_{\text{тр}} = t_{\text{сл}} + t_{\text{б/п}} + t_{\text{с/п}} < T_n, \quad (4.9)$$

где  $t_{\text{сл}}$  – следование в поездах, с учетом простоя на промежуточных станциях;  
 $t_{\text{б/п}}$ ,  $t_{\text{с/п}}$  – нахождение на технических станциях без переработки или с переработкой соответственно.

$$T_{\text{вв}} = t_{\text{сл}} + t_{\text{б/п}} + t_{\text{с/п}} + t_{\text{в}} < T_n, \quad (4.10)$$

$t_{\text{в}}$  – нахождение на станциях выгрузки, определяемое по формуле:

$$t_{\text{в}} = \frac{\sum nt_{\text{гр}}}{n}, \text{ ч}, \quad (4.11)$$

где  $\sum nt_{\text{гр}}$  – суммарный простой от момента прибытия вагонов до выгрузки или подачи на пути необщего пользования, ваг-ч;

$n$  – количество выгружаемых вагонов.

$$T_{\text{выв}} = t_{\text{п}} + t_{\text{сл}} + t_{\text{б/п}} + t_{\text{с/п}} < T_n, \quad (4.12)$$

$t_{\text{п}}$  – время нахождения на станции погрузки, определяемое по формуле:

$$t_{\text{п}} = (1 - \gamma)t_{\text{гр}}, \quad (4.13)$$

где  $t_{\text{гр}}$  – простой вагонов под одной грузовой операцией;

$\gamma$  – доля простоя в порожнем состоянии.

$$T_{\text{мс}} = t_{\text{п}} + t_{\text{сл}} + t_{\text{сл}} + t_{\text{б/п}} + t_{\text{в}} < T_n, \quad (4.14)$$

Наложим ограничения по критерию себестоимости: себестоимость продвижения вагонопотока по альтернативному маршруту должна быть не выше, чем оплаченный грузовладельцем тариф за перевозку по кратчайшему пути.

Пример расчета экономически целесообразной кружности приведен в [90].

Например, если в обход однопутного кратчайшего направления  $L_k$  с более высокой себестоимостью  $C_k$  можно пропустить грузопоток по круглому двухпутному или однопутному направлению  $L_d$  с меньшей себестоимостью  $C_d$ , то

допустимое расстояние  $L_d$  составит  $L_d \leq \frac{C_k}{C_d} \cdot L_k$ .

При  $L_k = 750$  км,  $C_d = 800$  руб. на 10 ткм и  $C_k = 1200$  руб. на 10 ткм  $L_d = \frac{1200}{800} \cdot 750 = 1125$  км,  $L_d \leq 1125$  км, т. е. перепробег не должен превышать 375 км. Отмечено, что, существующая отчетность не позволяет установить удельный вес экономически целесообразной круглости.

В [149] предложено оценивать реализованный план формирования поездов затратами на движение поездов с помощью АС «Модель». В этой системе созданы базы данных затрат по участкам сети, с учетом разделения их на условно-постоянные и зависящие от объема перевозок, отображение расчетных значений возможно в АС РПФП. Предлагается определение себестоимости на продвижение вагонопотоков круглостью по альтернативным маршрутам с помощью указанных выше инструментов в функционирующих автоматизированных системах.

В ситуациях, когда условия по критериям себестоимости и/или срокам доставки не выполняются, необходимо проведение работы с клиентами по заключению дополнительных соглашений, позволяющих применение договорных тарифов с учетом компенсации дополнительных расходов железных дорог, возможность увеличения, при необходимости, сроков доставки.

В современных условиях в ТСЮР целесообразно разделение поездопотоков, следующих на припортовые станции, по следующим междорожным стыкам (рисунок 4.9):

- через стыковую станцию Котельниково назначением на станции Новороссийск, Кавказ, Вышестеблиевская;
- через стыковую станцию Морозовская назначением на станцию Вышестеблиевская до 5 поездов;

– через стыковую станцию Олейниково на станцию Туапсе до 5 поездов, что снижает риски задержек их в пути следования.

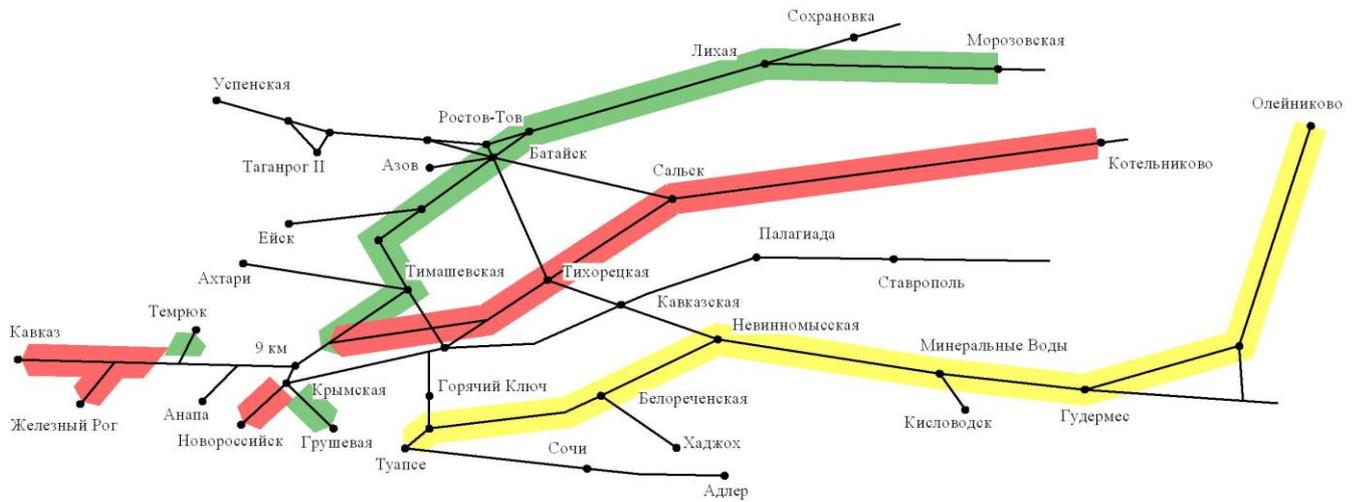


Рисунок 4.9. Разделение поездопотоков, следующих на припортовые станции Южного региона

Выработка и реализация оперативно-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.

В то же время оперативно-регулирующие мероприятия не отменяют необходимости усиления пропускной способности участков другими способами, улучшения организации вагонопотоков, развития информационно-логистических систем, разработки и внедрения единых технологических процессов.

### 4.3.3 Эффективность реализации предложенных мероприятий

Экономическая эффективность реализации указанных мероприятий может быть выражена в сокращении расходов ОАО «РЖД», которое достигается уменьшением разрывов ( $\Delta\Gamma$ ) в тонно-километрах между тарифным ( $\Gamma^T$ ) и

эксплуатационным грузооборотом ( $\Gamma^{\text{Э}}$ ). Существующие показатели  $\Gamma^T$  и  $\Gamma^{\text{Э}}$  по полигонам СКЖД, ЮВЖД, ПривЖД сведены в таблицу 4.15 и представлены на рисунке 4.10.

Таблица 4.15

Показатели грузооборота по дорогам

показатель	дорога		
	СКЖД	ЮВЖД	ПривЖД
грузооборот эксплуатационный $\Gamma^{\text{Э}}$ , млн т-км	93 118,6	93 645,05	87 680,96
грузооборот тарифный $\Gamma^T$ , млн т-км	86 893,7	88 531,6	84 887,9

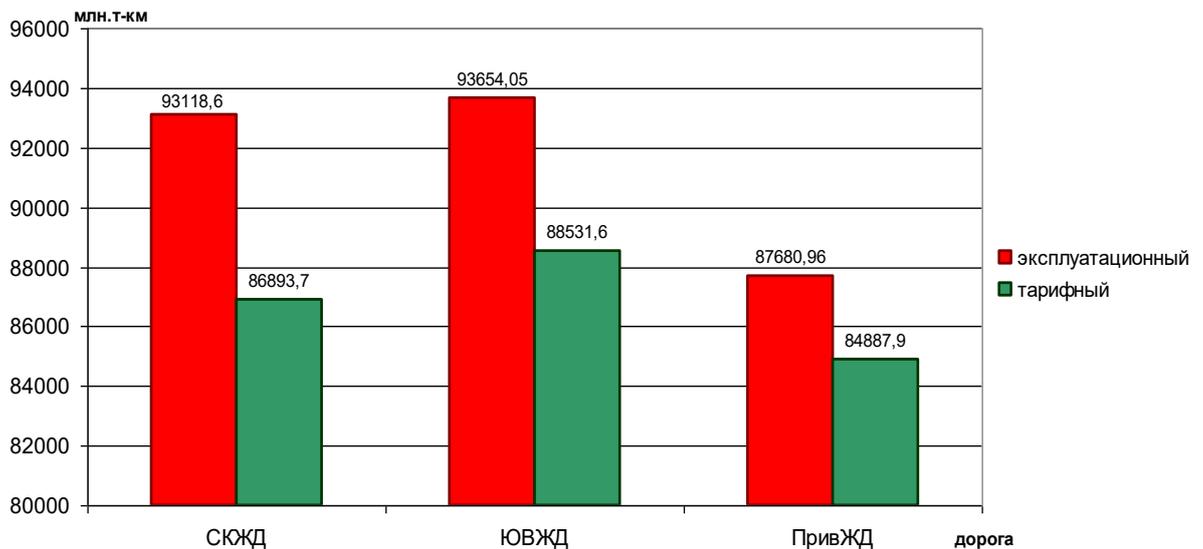


Рисунок 4.10. Грузооборот СКЖД, ЮВЖД, ПривЖД

Значение разрыва может определить по формуле:

$$\Delta\Gamma = \frac{\Gamma^{\text{Э}}}{\Gamma^T} \cdot 100\%, \quad (4.15)$$

где  $\Gamma^{\text{Э}}$  – эксплуатационный грузооборот, т-км;

$\Gamma^T$  – тарифный грузооборот, т-км.

Определим разрывы между тарифным и эксплуатационным грузооборотом на полигонах СКЖД, ЮВЖД, ПривЖД и объединенном полигоне трех дорог в существующих условиях:

$$\Delta\Gamma_{СКЖД} = 7,16 \% , \Delta\Gamma_{ЮВЖД} = 5,78 \% , \Delta\Gamma_{ПривЖД} = 3,29 \% , \Delta\Gamma_{полигон} = 5,43 \% .$$

Целевой показатель эффективности определен по двум сценариям возможной реализации разработанных мероприятий: оптимальному (работа объединенным полигоном, реализация мероприятий на полигоне трех дорог) и минимальному (реализация на полигоне СКЖД).

Реализация мероприятий по оптимальному сценарию позволит снизить разрывы между эксплуатационными и тарифными тонно-километрами полигона в целом по сравнению с существующим положением:

$$\Delta\Gamma_{полигон}^{opt} < \Delta\Gamma_{СКЖД} + \Delta\Gamma_{ЮВЖД} + \Delta\Gamma_{ПривЖД} . \quad (4.16)$$

С существующих  $\Delta\Gamma_{полигон} = 5,43 \%$  до  $\Delta\Gamma_{полигон}^{opt} = 4,00 \%$  . При этом произойдет снижение эксплуатационного грузооборота полигона ( $\Gamma_{полигон}^{\downarrow}$ ) на 1,43 %, что составит  $\Gamma_{полигон}^{\downarrow} = 3722,48$  млн т-км.

Экономия эксплуатационных расходов определим по формуле:

$$\mathcal{E} = \Gamma^{\downarrow} \cdot C_{т-км}^{1000} \cdot 1000, \quad (4.17)$$

где  $C_{т-км}^{1000}$  – единичная расходная ставка 1000 т-км брутто на полигоне СКЖД,  $C_{т-км}^{1000} = 19,64$  руб. [150].

$$\mathcal{E}_{полигон} = 3722,48 \cdot 19,64 \cdot 1000 = 73109507,2 \text{ руб.}$$

По минимальному варианту предполагается снижение разрыва на полигоне СКЖД до среднего по полигону трех дорог  $\Delta\Gamma_{СКЖД}^{мин} = 5,43 \%$  .

При этом произойдет снижение эксплуатационного грузооборота СКЖД ( $\Gamma_{СКЖД}^{\downarrow}$ ) на 1,43 %, что составит  $\Gamma_{СКЖД}^{\downarrow} = 1503,26$  млн т-км.

Экономия эксплуатационных расходов составит:

$$\mathcal{E}_{\text{СКЖД}} = 1503,26 \cdot 19,64 \cdot 1000 = 29\,524\,026,4 \text{ руб.}$$

#### 4.4. Выводы по четвертой главе

Раздел работы посвящен практическому внедрению разработанных методов в организацию и развитие перевозочного процесса в ТСЮР. В частности:

1. Выполнен SWOT-анализ развития ТСЮР экспертами различных ведомств (задействовано более 20 экспертов).

Проведенная экспертами количественная оценка взаимовлияния сильных и слабых сторон, возможностей и угроз позволила получить «проблемное поле» ТСЮР и сформулировать приоритетные направления развития, включающие относительно независимые друг от друга мероприятия.

2. Выполнен ценологический анализ Южного полигона железнодорожной сети. На основании реальных данных о количестве функционирующих на полигонах СКЖД, ЮВЖД и ПривЖД железнодорожных станций различных типов: промежуточных, грузовых, разъездов, участковых, пассажирских, обгонных пунктов, сортировочных – построены гистограммы, выполнена аппроксимация зависимости. Оценка точности аппроксимации показала более высокие показатели точности на полигоне СКЖД и трех дорог в целом. Полученные результаты позволяют сделать вывод о более эффективном в перспективе функционировании объединенного полигона по сравнению с существующим положением.

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

4. Рассмотрена задача исследования и организации продвижения вагонопотоков на грузонапряженных направлениях ТСЮР.

Предложена методика исследования возможности направления поездов кружностью. По критериям себестоимости и технологическому времени продвижения предложен оптимальный вариант разделения поездопотоков, следующих на припортовые станции.

Выработка и реализация управляющих решений по предложенной методике позволит пропускать планируемый вагонопоток в условиях инфраструктурных ограничений, форс-мажорных обстоятельств на полигоне ТСЮР, повысить эффективность использования подвижного состава, достичь выполнения производственных и финансовых показателей.

5. Внедрение предложенных механизмов приведет к уменьшению эксплуатационных т-км на полигоне СКЖД, что позволит снизить расходы более чем на 29,5 млн руб.

## Заключение

В диссертации изложены актуальные вопросы по ресурсоориентированному развитию регионального транспортного комплекса Южного региона России в целях повышения эффективности перевозочного процесса.

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, представленное в общесистемном подходе, включающем комплексное использование методов анализа состояния ТСЮР, синтеза и реализации управляющих решений.

2. Исследованы подходы и методы совершенствования систем управления перевозками. В частности, анализу подвергнуты понятие, значение, содержание и функции единых технологических процессов: ЕСТП, ЕТПП, ЕКТП, ЕТП. 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». В существующей научной и методической литературе это понятие, как правило, раскрывается с позиции технологических проблем и задач экономических регионов страны. 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 транспортной системы Южного региона и расширена процедурой оптимизации.

Показана применимость известных формализмов согласования интересов хозяйствующих субъектов для решения аналогичных задач функционирования ТП. В частности, разработан механизм согласования интересов хозяйствующих субъектов 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 (задействовано более 20 экспертов). Проведенный анализ позволил сформулировать приоритетные направления развития, включающие относительно независимые друг от друга мероприятия.

Выполнен ценологический анализ Южного полигона железнодорожной сети. На основании реальных данных о количестве функционирующих на полигонах СКЖД, ЮВЖД и ПривЖД железнодорожных станций различных типов: промежуточных, грузовых, разъездов, участковых, пассажирских, обгонных пунктов, сортировочных – построены гистограммы, выполнена аппроксимация зависимости, оценка точности по критерию Фишера. Полученные результаты позволяют сделать вывод о более эффективном функционировании в перспективе объединенного полигона по сравнению с существующим положением.

Построена морфологическая модель организации перевозок в ТСЮР. По критериям себестоимости перевозки и технологическому времени перевозки

экспертным методом получены наиболее предпочтительные варианты организации движения на грузонапряженных направлениях ТСЮР.

Предложена методика исследования возможности направления поездов кружностью. По критериям себестоимости и технологическому времени продвижения предложен оптимальный вариант разделения поездопотоков, следующих на припортовые станции. Выработка и реализация управляющих решений по предложенной методике позволит 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 позволит снизить эксплуатационные 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.

#### **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 холдингов, расчета оптимальных организационных транспортных структур, разработки цифровых технологий и сервисов.

### Список использованной литературы

1. Лёвин, Б.А. Цифровая железная дорога: принципы и технологии / Б.А.Лёвин, В.Я. Цветков // Мир транспорта. – 2018. – Т. 16, № 3. – С. 50-61.
2. Цифровая железная дорога – прогнозы, инновации, проекты / В.П. Куприяновский, Г.В. Суконников, П.М. Бубнов, С.А. Синягов, Д.Е. Намиот // International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4, №. 9. – С. 34-43.
3. Ададулов, С.Е. Железнодорожный транспорт: на пути к интеллектуальному управлению : монография / С.Е. Ададулов, В.А. Гапанович, Н.Н. Лябах, А.Н. Шабельников. – Ростов н/Д : ЮНЦ РАН, 2010. – 322 с.
4. Симонова, Т. Порты в деталях / Т. Симонова // РЖД-Партнер. – 2017. – № 15-16 (355-356). – С. 78-79.
5. Лapidус, Б.М. Регионалистика : учебное пособие для ВУЗов / Б.М. Лapidус, Ф.С. Пехтерев, Е.М. Махлин. – М., 2010. – 376 с.
6. Итоги навигации // Звезда. – 2016. – № 47, 09.12.2016.
7. Зубков, В.Н. Повышение участковой скорости, как мера эффективного использования инфраструктуры / В.Н. Зубков, М.В. Бакалов // Современные аспекты транспортной логистики : сб. тр. междунар. науч.-практ. конф. / ФГБОУ ВПО ХабГУПС. – Хабаровск, 2014. – С. 70-76.
8. 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, 09-11 ноября 2011 г. / РГУПС. – Ростов н/Д, 2011. – С. 75-78.
9. Sustaining growth in a resource-based economy: the main issues and the specific case of Russia // Discussion paper series. – 2005. – № 2005.3. – 24 p.
10. 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.

11. Connecting to Compete 2016 Trade Logistics in the Global Economy [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://wb-lpi-media.s3.amazonaws.com/LPI\\_Report\\_2016.pdf](https://wb-lpi-media.s3.amazonaws.com/LPI_Report_2016.pdf) (дата обращения: 12.12.2019)

12. Agility Emerging Markets Logistics Index 2018 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.agility.com/wp-content/uploads/2018/01/AEM-Index-2018-final.pdf> (дата обращения: 12.12.2019)

13. Тимофеев, А. Развитие транспортной инфраструктуры России: игра на опережение? / А. Тимофеев. – М., VCG, 2012. – 22 с.

14. Эдер, Л.В. Развитие трубопроводных систем России, АТР и Америки и возможности их интеграции / Л.В. Эдер, М.В. Мишенин, И.В. Проворная // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2012. – № 4. – С. 73-79.

15. Thompson, L. Private Investment in Railways: Experience from South and North America, Africa and New Zealand / L. Thompson, K.-J. Budin, A. Estache. – European Transport Conference, 2001.

16. Прошкина, Е.С. Железные дороги США сегодня: состояние, показатели работы, перевозочный потенциал / Е.С. Прошкина, Ф.С. Курбатов // Вестник транспорта. – 2010. – № 12. – С. 29-35.

17. Ivaldi, M. Subadditivity Tests for Network Separation with an Application to US Railroads [Электронный ресурс] / M. Ivaldi, G. McCullough. – CEPR, 2004. – Режим доступа: <https://ssrn.com/abstract=528542> (дата обращения: 12.09.2019).

18. China statistical yearbook 2016 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2016/indexeh.htm> (дата обращения: 12.12.2019).

19. Сазонов, С.Л. Реформа транспортной системы КНР и мировой финансово-экономический кризис / С.Л. Сазонов // Проблемы Дальнего Востока. – 2010. – № 2. – С. 20-32.

20. Peter, B. Railway Reform in Germany: Restructuring, Service Contracts, and Infrastructure Charges / B. Peter. – Berlin: Technische Universität, 2008. – 236 p.

21. Fribel, G. Railway (de)regulation: a European Efficiency Comparison / G. Fribel, M. Ivaldi, C. Vibes. – IDEI, 2003.
22. Мировой опыт реформирования железных дорог / Ю.З. Саакян, О.Г. Трудов, В.Б. Савчук, Е.А. Алексеев, И.В. Куротченко. – М.: ИПЕМ, 2008. – 276 с. – (Труды Института проблем естественных монополий).
23. Пенязь, И.М. Особенности реформирования железных дорог в странах Евросоюза и в мире / И.М. Пенязь // Транспорт: наука, техника, управление. – 2012. – № 7. – С. 54-56.
24. Офип, В.П. Особенности реализации проектов государственно-частного партнерства в транспортной инфраструктуре / В.П. Офип // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2016. – № 5 (101). – С. 50-54.
25. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года. – М.: Министерство транспорта Российской Федерации, 2008. – 183 с.
26. Пенязь, И.М. Опыт регулирования железных дорог Великобритании: итоги приватизации и ренационализации железных дорог Великобритании, негативные и положительные моменты / И.М. Пенязь // Транспорт: наука, техника, управление. – 2012. – № 11. – С. 64-67.
27. Багинова, В.В. Теоретико-концептуальные основы организации региональной транспортной системы (на примере республики Бурятия) : автореф. дис. на соиск. учен. степ. д-ра. техн. наук : 05.22.01 / Багинова Вера Владимировна. – М : МГУПС, 2004. – 48 с.
28. Петров, М.Б. Методология организации региональной транспортной системы : автореф. дис. на соиск. учен. степ. д-ра техн. наук : 05.22.01 / Петров Михаил Борисович. – М. : МИИТ, 2004. – 48 с.
29. Петров, М.Б. Региональная транспортная система: концепция исследования и модели организации / М.Б. Петров. – Екатеринбург : Институт экономики УрО РАН, УРГУПС, 2003. – 187 с.
30. О Программе структурной реформы на железнодорожном транспорте : постановление Правительства РФ от 18.05.2001 № 384 ; ред. от 22.07.2009

[Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_31692/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_31692/) (дата обращения: 12.12.2019).

31. Об утверждении Концепции развития пригородных пассажирских перевозок железнодорожным транспортом : распоряжение Правительства РФ от 19.05.2014 // Собрание законодательства РФ. – 26.05.2014. – № 21. – Ст. 2755.

32. 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.

33. Валинский, О.С. Резерв «локомотива будущего» / О.С. Валинский // Гудок. – 2017. – № 10 (26149). – С. 1, 5.

34. Валинский, О.С. Эффективная тяга / О.С. Валинский // РЖД-Партнер. – 2017. – № 4. – С. 28-31.

35. Bertalanffy, L. General Theory of Systems: application to Psychology / L. von. Bertalanffy // Social Science. Information sur les Sciences Sociales. – 1967. – Vol. 6, № 6. – P. 125-136.

36. Ланге О. Целое и развитие в свете кибернетики / О. Ланге // Исследования по общей теории систем. – М., 1969. – С. 181-251.

37. Месарович, М. Общая теория систем: Математические основы / М. Месарович, Я. Такахара. – М. : Мир, 1978. – 311 с.

38. Месарович, М. Теория иерархических многоуровневых систем / М. Месарович, Д. Мако, И. Такахара. – М. : Мир, 1973. – 344 с.

39. Блауберг, И.В. Становление и сущность системного подхода / И.В. Блауберг, Э.Г. Юдин. – М. : Наука, 1973. – 270 с.

40. Садовский, В.Н. Основания общей теории систем. Логико-методологический анализ / В.Н. Садовский. – М. : Наука, 1974. – 279 с.

41. Уемов, А.И. Системный подход и общая теория систем / А.И. Уемов. – М. : Мысль, 1978. – 272 с.

42. Юдин, Э.Г. Системный подход и принцип деятельности / Э.Г. Юдин. – М. : Наука, 1978. – 391 с.

43. Мамаев, Э.А. Моделирование региональных транспортных систем в условиях конкуренции : дис. на соиск. учен. степ. д-ра техн. наук : 05.22.01 / Э.А. Мамаев. – М. : МГУПС, 2006. – 276 с.

44. Козлов, П.А. Современный этап в развитии железнодорожного транспорта – системный подход / П.А. Козлов // Труды ВНИИУП МПС России. – М.: Грааль, 2002. – Вып. 1. – С. 5-9. – (Труды Российского научно-исследовательского института управления на железнодорожном транспорте).

45. Балалаев, А.С. Методология транспортно-логистического взаимодействия при мультимодальных перевозках : дис. на соиск. учен. степ. д-ра техн. наук : 05.22.01 / А.С. Балалаев; науч. рук. работы Р.Г. Леонтьев ; Дальневосточ. гос. ун-т путей сообщ. – Хабаровск, 2010. – 280 с.

46. Зубков, В.Н. Теория и методология организации местной работы на припортовой железной дороге : дис. на соиск. учен. степ. д-ра техн. наук : 05.22.01 / В.Н. Зубков; науч. рук. работы Н.Н. Лябах. – Ростов н/Д, 2010. – 328 с.

47. Flotzinger, Ch. / Ch. Flotzinger // Eisenbahntechnische Rundschau – 2014. – № 9. – S. 144-149.

48. Сила – во взаимодействии / М. Ермоленко, Т. Симонова, А. Солнцев, С. Ратников, Е. Ушкова // РЖД-Партнер – 2016. – № 19-20. – С. 16-20.

49. Gavin Wright and Jesse Czelusta. Resource-based economic growth, past and present. – Stanford University. – 2002. – June.

50. Единый сетевой технологический процесс железнодорожных грузовых перевозок. – М. : ОАО «РЖД», 2012.

51. Бородин, А.Ф. Информационно-управляющие системы в едином сетевом технологическом процессе железнодорожных грузовых перевозок / А.Ф. Бородин // Бюллетень объединенного ученого совета ОАО РЖД. – 2012. – № 4. – С. 8-15.

52. Российская Федерация. Закон. Устав железнодорожного транспорта Российской Федерации : Федеральный закон от 10.01.2003 № 18-ФЗ ; ред. от 02.08.2019 г] : [принят Государственной. Думой 24 декабря 2002 г. : одобрен Советом Федерации 27 декабря 2002 г.] [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

[http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_40444/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_40444/) (дата обращения: 12.12.2019).

53. Об утверждении Правил выдачи грузов на железнодорожным транспортом : приказ МПС РФ от 18.06.2003 № 28 ; ред. от 03.10.2011 № 258 : [Зарегистрировано в Минюсте РФ 19.06.2003 № 4772] [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_43034/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_43034/) (дата обращения: 12.12.2019).

54. Об утверждении Правил приема грузов, порожних грузовых вагонов к перевозке железнодорожным транспортом : приказ Минтранса России от 07.12.2016 № 374 [Зарегистрировано в Минюсте России 21.03.2017 № 46054] [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pravo.gov.ru>, 22.03.2017 (дата обращения: 12.12.2019).

55. Об утверждении Правил эксплуатации и обслуживания железнодорожных путей необщего пользования : приказ МПС РФ от 18.06.2003 № 26 ; ред. от 04.05.2009, с изм. от 19.12.2017 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_43247/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_43247/) (дата обращения: 12.12.2019).

56. Временные указания по разработке единых технологических процессов работы подъездных путей и станций примыкания : утв. МПС СССР 26.12.1983 // Сборник правил перевозок и тарифов железнодорожного транспорта СССР. – М.: Транспорт, 1985. – № 306.

57. Бородин, А.Ф. Единые технологические процессы: поиск новых подходов / А.Ф. Бородин, В.В. Панин // Железнодорожный транспорт. – 2007. – № 8. – С. 36-41.

58. Программное обеспечение ведения технологии взаимодействия железнодорожных путей необщего пользования и станции примыкания (АС ЕТП) / А.Ф. Бородин, В.В. Панин, К.А. Капунов, Е.В. Панин, Л.Б. Сушенцева, А.Е. Смирнов // Железнодорожный транспорт. – 2019. – № 4. – С. 11-18.

59. Становление и развитие единой технологии работы станций примыкания и железнодорожных путей необщего пользования : [цикл статей] / Г.Е. Давыдов,

А.Ф. Бородин, А.В. Тонких, М.И. Шмулевич // Бюллетень транспортной информации. – 2009. – № 6. – С. 13-18 ; № 7. – С. 8-14 ; № 8.– С. 8-14 ; № 9. – С. 18-22 ; № 12. – С. 16-26 ; 2010. – № 2. – С. 16-21.

60. Краснощёк, А.А. Единый комплексный технологический процесс Усть-Лужского транспортного узла / А.А. Краснощёк, А.Ф. Бородин, П.К. Рыбин // Железнодорожный транспорт. – 2015. – № 4. – С. 34-41.

61. Валинский, О.С. Логистическое управление транспортными потоками / О.С. Валинский, В.В. Панин, И.Ю. Евстафьев // Железнодорожный транспорт. – 2015. – № 4. – С. 42-48.

62. Дорофеевский, С.А. Эффективные параметры комплексной технологии транспортного узла / С.А. Дорофеевский, А.Н. Иванков, В.В. Костенко // Железнодорожный транспорт. – 2015. – № 4. – С. 49-53.

63. Единый комплексный технологический процесс (ЕКТП) – современная основа взаимодействия транспортных систем в рыночных условиях / А.А. Краснощёк, П.К. Рыбин, В.В. Панин, М.В. Четчуев. – Интеллектуальные системы на транспорте : материалы IV междунар. науч.-практ. конф. – СПб., 2014. – С. 6-23.

64. Единый комплексный технологический процесс работы транспортного узла Новороссийск и портов Таманского полуострова / А.А. Краснощёк, А.В. Кузнецов, В.В. Кузин, В.В. Панин, М.В. Сулова, М.И. Залуцкий // Железнодорожный транспорт. – 2015. – № 9. – С. 8-15.

65. 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. / ФГБОУ ВПО РГУПС. – Ростов н/Д, 2014. – Ч. 1: Технические и экономические науки. – С. 17-19.

66. 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. /

ФГБОУ ВПО РГУПС. – Ростов н/Д, 2013. – Ч. 1: Технические и экономические науки. – С. 42-43.

67. Тимченко, В.С. К вопросу об актуальности разработки и внедрения АСУ логистического центра припортовой железной дороги : окончание / В.С. Тимченко, К.Е. Ковалев // Russian Journal of Logistics & Transport Management. – 2019. – Т. 4, № 1. – С. 61-75.

68. Черняев, А.Г. Интегрированное управление экспортными грузопотоками в железнодорожно-морском сообщении : автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук : 05.22.01 / А.Г. Черняев ; науч. рук. В.Н. Зубков ; ФГБОУ ВПО РГУПС. – Ростов н/Д, 2013. – 22 с.

69. Технологический процесс работы центра управления перевозками восточного полигона (ЦУП ВП) / В.Л. Зобнин, А.Т. Осьминин, Е.А. Сотников М.А. Осьминин // Вестник научно-исследовательского института железнодорожного транспорта. – 2017. – № 3. – С. 146-152.

70. Единый технологический процесс управления перевозками. Восточный полигон / В.Л. Зобнин, А.Т. Осьминин, Е.А. Сотников, М.А. Осьминин // Железнодорожный транспорт. – 2016. – № 9. – С. 24-31.

71. Бакалов, М.В. Развитие железнодорожной инфраструктуры Южного региона, как мера повышения эффективности перевозочного процесса / М.В. Бакалов // Инженерный вестник Дона. – 2015. – № 4.

72. 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.

73. Зубков, В.Н. К вопросу повышения эффективности мультимодальных перевозок грузов через порты Азово-Черноморского бассейна // Транспорт-2013 : тр. междунар. науч.-практ. конф. / ФГБОУ ВПО РГУПС. – Ростов н/Д, 2013. – Ч. 1: Технические и экономические науки. – С. 93-95.

74. 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.

75. Зубков, В.Н. Совершенствование местной работы железной дороги в условиях развития полигонных технологий / В.Н. Зубков, Е.А. Ерофеева // Электронный научный журнал. – 2016. – № 8(11). – С. 26-35.

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

77. Иванов, П.А. Программа развития вертикали управления движением / П.А. Иванов // Железнодорожный транспорт. – 2015. – № 6. – С. 10-16.

78. Осьминин А.Т. Основные факторы и условия перехода на полигонную систему управления / А.Т. Осьминин, Е.А. Сотников // Железнодорожный транспорт. – 2017. – № 5. – С. 22-27.

79. История развития железнодорожного транспорта России. Т. 1: 1836-1917 гг. – СПб., 1994. – 336 с.

80. История организации и управления железнодорожным транспортом России. Факты, события, люди (1809-2009) / Учеб.-метод. центр по образованию на ж.-д. трансп. ; ред. : А.А. Тимошин. – М., 2009. – 467 с.

81. История развития железнодорожного транспорта России и Советского союза. Т. 2: 1917–1945 гг. – СПб., 1997. – 416 с.

82. Бакалов, М.В. Новая структура управления движением на железнодорожном транспорте: состояние, проблемы, перспективы / М.В. Бакалов // Сборник тезисов докладов 69-й студенческой научно-практической конференции / РГУПС. – Ростов н/Д, 2010. – С. 162-163.

83. Осьминин, А.Т. Научные подходы к расчету границ полигонов управления перевозочным процессом и реализации полигонных технологий / А.Т. Осьминин // Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО «РЖД». – 2017. – № 2. – С. 42-56.

84. Осьминин, А.Т. Определение границ полигонов управления перевозочным процессом / А.Т. Осьминин, Е.А. Сотников, А.Н. Баушев// Железнодорожный транспорт. – 2017. – № 6. – С. 21-27.

85. На основе логистической модели управления / А.Г. Черняев, В.Н. Зубков, Э.А. Мамаев, Е.А. Чеботарева // Железнодорожный транспорт. – 2017. – № 11. – С. 17-24.

86. Власенский, А.А. Восточный полигон: реализуя пилотный проект / А.А. Власенский // Железнодорожный транспорт. – 2017. – № 11. – С. 11-16.

87. Осьминин, А.Т. Основные факторы и условия перехода на полигонную систему управления / А.Т. Осьминин, Е.А. Сотников // Железнодорожный транспорт. – 2016. – № 11. – С. 22-27.

88. Сотников, Е.А. Определение рационального числа управляемых структур при оперативном управлении перевозочным процессом / Е.А. Сотников, К.П. Шенфельд, В.А. Ивницкий // Вестник научно-исследовательского института железнодорожного транспорта. – 2013. – № 2. – С. 3-6.

89. Черняев, А.Г. Развитие полигонных технологий перевозок на основе совершенствования логистического управления вагонопотоками в границах нескольких дорог / А.Г. Черняев, В.Н. Зубков, Е.А. Чеботарева // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2017. – № 2. – С. 75-82.

90. 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.

91. Зубков, А. Роботы на службе РЖД / А.Зубков // Гудок. – 2019. – № 224 (26833). – С. 1-2.

92. Технологии BigData в бизнесе : материалы для чтения / КУ РЖД. – 2018. – 113 с.

93. Бадецкий, А.П. О методах выбора экономически обоснованных скоростей движения грузовых поездов / А.П. Бадецкий, А.Б. Васильев, К.Е. Ковалев // Железнодорожный транспорт. – 2018. – № 4. – С. 9-13.
94. Кадырова, Г.Р. Интеллектуальные системы : учебное пособие / Г.Р. Кадырова. – Ульяновск : УлГТУ, 2017. – 113 с.
95. Обухов, А.Д. Актуальные вопросы развития информационно-управляющих систем на линейном уровне / А.Д. Обухов, К.Е. Ковалев // Автоматика, связь, информатика. – 2018. – № 10. – С. 15-18.
96. О применении искусственных нейронных сетей на железнодорожном транспорте / В.Б. Положишников, В.А. Акманов, С.Н. Томащенко, Т.В. Шипунов // Железнодорожный транспорт. – 2019. – № 3. – С. 33-36.
97. Кацко, И.А. Методические аспекты создания аналитических систем на железнодорожном транспорте / И.А. Кацко // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2007. – № 3. – С. 33-36.
98. Спирли, Э. Корпоративные хранилища данных. Планирование, разработка, реализация. Т. 1 / Э. Спирли. – М. : Вильямс, 2001. – 400 с.
99. Кудрин, Б.И. Исследования технических систем как сообществ изделий - техноценозов // Системные исследования. Методологические проблемы : ежегодник 1980. – М.: Наука, 1981. – С. 236-254.
100. Колесников, М.В. Разработка концепции, моделей, методов и механизмов организационного управления транспортными системами (на примере ОАО «РЖД») : дис. на соиск. учен. степ. д-ра техн. наук : 05.22.01 / М.В. Колесников. – М. : МИИТ, 2013. – 307 с.
101. Кузьминов, А.Н. О концепции структурно сбалансированного реформирования железнодорожной отрасли России / А.Н. Кузьминов, М.В. Колесников // Новые технологии. – 2011. – № 4. – С. 174-180.
102. Кузьминов, А.Н. Управление в социально-экономических системах на основе моделирования ценозов: теория, методология, инструментарий : автореф. дис. на соиск. учен. степ. д-ра эконом. наук : 05.13.10 / А.Н. Кузьминов ; РГУПС. - Ростов н/Д, 2009. – 55 с.

103. Сай, В.М. Планетарные структуры управления на железнодорожном транспорте : монография / В.М. Сай. – М. : ВИНТИ РАН, 2003. – 345 с.
104. Сай, В.М. Образование, функционирование и распад организационных сетей : монография / В.М. Сай, С.В. Сизый. – Екатеринбург : УрГУПС, 2011. – 270 с.
105. Морозов, В.Н. Кластерная организация международных транспортных коридоров на основе логистических центров. – М.: ВИНТИ РАН, 2009. – 450 с.
106. Лябах, Н.Н. Методы и инструментарий оценки состояния и динамики развития сложных социально-экономических объектов / Н.Н. Лябах, М.В. Колесников // Вестник ГУУ. – 2012. – № 20. – С. 145-151.
107. Колесников, М.В. Формирование саморегулируемых организаций отрасли / М.В. Колесников // Мир транспорта. – 2013. – № 1. – С.120-123.
108. Железнодорожный транспорт ищет пути саморегулирования [Электронный ресурс] // Гудок. – 2012. – 23.05. – Режим доступа: <https://www.gudok.ru/news/transport/?ID=865222> (Дата обращения: 12.12.2019).
109. Шаповалова, Ю.В. Инновационный подход к организации перевозочного процесса на железнодорожном транспорте / Ю.В. Шаповалова // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2018. – № 1. – С. 87-91.
110. Николашин, В.М. Комплексное развитие транспортных узлов на основе создания логистических центров / В.М. Николашин // Проблемы и перспективы развития транспортного комплекса: образование, наука, производство : тр. междунар. науч.-практ. конф. / РГУПС. – Ростов н/Д, 2009. – С. 245-246.
111. Мамаев, Э.А. Моделирование региональных транспортных систем в условиях конкуренции : дис. на соиск. учен. степ. д-ра техн. наук : 05.22.01 / Э.А. Мамаев. – М : МИИТ, 2006. – 276 с.
112. Лябах, Н.Н. Техническая кибернетика на железнодорожном транспорте / Н.Н. Лябах, А.Н. Шабельников. – Ростов н/Д : СКНЦ ВШ, 2002. – 232 с.

113. Гузенко, А.В. SWOT-анализ системы городского пассажирского транспорта г. Ростова-на-Дону / А.В. Гузенко, Э.А. Мамаев // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2009. – № 3. – С. 82-83.

114. Колесников, М.В. Методика разработки морфологической идентификации параметров управления предприятием / М.В. Колесников // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2005. – № 1. – С. 81-83.

115. Зубков, В.В. Методы определения критериев эффективности транспортно-производственного процесса / В.В. Зубков, Н.Ф. Сирина // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2019. – № 3. – С. 100-108.

116. Маркова, Е.В. Экспертные системы, ориентированные на статистические методы / Е.В. Маркова // Вопросы применения экспертных систем. – Минск : НПО Центрсистем, 1988. – С. 145-151.

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

118. Колесников, М.В. Разработка методов анализа и идентификации параметров организационного управления : монография / М.В. Колесников. – Ростов н/Д : РГУПС, 2008. – 127 с.

119. Колесников, М.В. Согласование бизнес-интересов субъектов муниципальной экономики / М.В. Колесников // Новые технологии. – 2011. – № 3. – С. 108-112.

120. Северо-Кавказская железная дорога [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://skzd.rzd.ru> (дата обращения: 07.12.2019).

121. Новороссийский морской торговый порт [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.nmtp.info> (дата обращения: 07.12.2019).

122. Новиков, Д.А. Теория управления организационными системами / Д.А. Новиков. – М. : МПСИ, 2005. – 584 с.

123. Бакалов, М.В. Методические основы и механизмы развития транспортных полигонов : учебное пособие / М.В. Бакалов, В.Н. Зубков, А.Г. Черняев ; РГУПС. – Ростов н/Д, 2017. – 78 с.

124. Кузнецов, А.Л. Обоснование концепции «сухого» порта / А.Л. Кузнецов, В.Н. Щербакова-Слюсаренко // Транспортное дело России. – 2013. – № 4. – С. 77-80.

125. Лахметкина, Н.Ю. Развитие «сухих портов» международного значения / Н.Ю. Лахметкина, А.С. Олейников // Железнодорожный транспорт. – 2019. – № 3. – С. 11-15.

126. 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-х частях / РГУПС. – Ростов н/Д, 2012. – Ч. 1: Естественные и технические науки. – С. 261-262.

127. Муравьев, Д.С. Выбор и расчет основных параметров «сухого» порта / Д.С. Муравьев, А.Н. Рахмангулов // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. – 2012. – Т. 1, № 70. – С. 15-17.

128. Резер, С.М. «Сухие порты» – путь улучшения взаимодействия с морями / С.М. Резер, А.В. Резер // Железнодорожный транспорт. – 2013. – № 3. – С. 73-75.

129. Пехтерев, Ф.С. Сухие порты – интермодальные терминалы будущего / Ф.С. Пехтерев // Экономика железных дорог. – 2011. – № 5. – С. 34.

130. Багинова, В.В. Логистические методы и технологии организации функционирования сухих портов / В.В. Багинова, А.И. Николаева // Современные проблемы транспортного комплекса России. – 2011. – № 1. – С. 49–57.

131. Матушкина, Н.А. Привлечение инвестиций в развитие транспортной инфраструктуры регионов / Н.А. Матушкина // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2015. – Т. 11, № 26 (311). – С. 26-38.

132. Васильева, Е.Ю. Привлечение инвестиций в транспортную инфраструктуру России / Е.Ю. Васильева // Транспортное дело России. – 2019. – № 2. – С. 150-153.

133. Кирсанова, М.В. Возможности использования особых экономических зон для развития инфраструктуры региона / М.В. Кирсанова, Т.И. Солунина // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 8. – С. 1128-1133.

134. Беляева, Т.А. К вопросу о привлечении иностранных инвестиций в транспортную отрасль России / Т.А. Беляева, Н.Ю. Филиппская, Ю.Н. Любимова // Экономика устойчивого развития. – 2016. – № 3 (27). – С. 57-64.

135. Концепция реализации комплексного научно-технического проекта «Цифровая железная дорога» / ОАО «РЖД». – М., 2017. – 92 с.

136. Розенберг, Е.Н. Цифровая экономика и цифровая железная дорога / Е.Н. Розенберг, В.И. Уманский, Ю.В. Дзюба // Транспорт Российской Федерации. – 2017. – № 5 (72). – С. 45-49.

137. Розенберг, Е.Н. О стратегии развития цифровой железной дороги / Е.Н. Розенберг, В.В. Батраев // Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО «РЖД». – 2018. – № 1. – С. 9-27.

138. Сотников, Е.А. Эффективность внедрения полигонных технологий / Е.А. Сотников // Железнодорожный транспорт. – 2018. – № 3. – С. 4-8.

139. Перевозки грузов в железнодорожно-морском сообщении на Юге России / К.В. Кудряшов, В.Н. Зубков, Э.А. Мамаев, Е.А. Чеботарева // Железнодорожный транспорт. – 2019. – № 4. – С. 4-10.

140. 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.

141. Красильникова, Н.Н. Ресурсоориентированное развитие приграничной региональной транспортной системы (на примере Забайкальского края) : дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук : 05.22.01 / Н.Н. Красильникова; науч. рук. работы Э.А. Мамаев ; Иркут. гос. ун-т путей сообщ. – Иркутск, 2011. – 174 с.

142. Бакалов, М.В. О проблемах и способах развития движения тяжеловесных и длинносоставных поездов на Северо-Кавказской железной дороге / М.В. Бакалов, В.Н. Зубков // Электронный научный журнал. – 2016. – № 7 (10). – С. 56-64.

143. Набойченко, И.О. Полигонные технологии тяжеловесного движения / И.О. Набойченко // Железнодорожный транспорт. – 2015. – № 6. – С. 17-22.

144. Шенфельд, К.П. Повышение эффективности работы полигонов / К.П. Шенфельд, Е.А. Сотников, П.С. Холодняк // Железнодорожный транспорт. – 2019. – № 3. – С. 17-22.

145. Осьминин, А.Т. Эффективность формирования и вождения соединенных поездов / А.Т. Осьминин, Е.А. Сотников // Железнодорожный транспорт. – 2016. – № 4. – С. 8-11.

146. Зубков, В.Н. Теория и методология организации местной работы в условиях концентрации управления перевозками на базе информационных технологий / В.Н.Зубков, И.Н.Филатов, Е.А. Чеботарева – Ростов н/Д, 2008. – 262 с.

147. Ковалев, К.Е. Выбор варианта пропуска поездопотоков в обход основного маршрута на основе комплексной оценки / К.Е. Ковалев // Вестник транспорта Поволжья. – 2016. – № 6 (60). – С. 59-62.

148. Сотников, Е.А. Интеллектуализация оперативного управления перевозочным процессом на уровне региональной дирекции / Е.А. Сотников // Железнодорожный транспорт. – 2014. – № 11. – С. 36-42.

149. Осьминин, А.Т. Развитие системы организации вагонопотоков с учетом политики клиентоориентированности / А.Т. Осьминин // Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО «РЖД». – 2017. – № 5-6. – С. 27-39.

150. Об утверждении расходных ставок и оценочных уровней затрат для экономических задач : распоряжение ОАО «РЖД» от 18.04.2018 № 778р. – М., 2018.

## Приложение 1

### Схема транспортных коммуникаций Южного региона РФ



## Приложение 2

### Акты внедрения

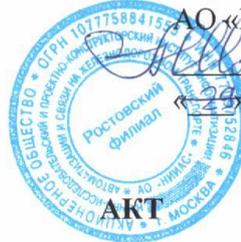
Утверждаю

Директор Ростовского филиала

АО «НИИАС», д.т.н., профессор

А.Н. Шабельников

29 // 2018 г.



**АКТ**

о внедрении научных результатов диссертационного исследования  
Бакалова М.В. на тему «Ресурсоориентированное развитие транспортной  
системы Южного региона»

Результаты научных исследований М.В. Бакалова внедрены в теоретические исследования и практическую деятельность Ростовского филиала АО «НИИАС». В частности, *научной новизной* обладают следующие используемые результаты:

- Организацию сортировочной работы в границах транспортных полигонов (ТП) предложено осуществлять исходя из принципов: «ТП – техноценоз» и «ТП – кластер регионального развития».

- В математический инструментарий предикативной аналитики, обеспечивающей интеллектуальность функционирования КСАУ СП, включены следующие авторские разработки Бакалова М.В.: механизм идентификации критериальных зависимостей хозяйствующих субъектов (ХС) ЖДТ, алгоритм согласования интересов ХС одного уровня управления поездной работой, математическая модель согласования интересов ХС разных уровней управления.

*Форма внедрения результатов исследования:*

1. Отчет о проделанной работе.
2. Публикация: Лябах Н.Н., Колесников М.В., Бакалов М.В. Моделирование деятельности транспортных предприятий // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения (РГУПС). – 2018. – № 1(69). – С. 72–77. (ВАК).
3. Монография: Розенберг И.Н., Шабельников А.Н., Лябах Н.Н. Развитие Комплексной системы автоматизации управления сортировочными процессами в рамках идеологии Цифровой железной дороги: Монография. – Москва: РАН, 2018. – 297 с.

Главный инженер Центра инновационных  
и интеллектуальных технологий  
на железнодорожном транспорте

В.С. Ковалев



**РОСЖЕЛДОР**  
**Федеральное государственное бюджетное**  
**образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Ростовский государственный университет путей сообщения»**  
**(ФГБОУ ВО РГУПС)**

пл. Народного ополчения, 2, г. Ростов-на-Дону, 344038  
 Тел. (8632) 450-613, ж.д. 5-88-01, E-mail: up\_del@dep.rgups.ru  
 ОКПО 01116006, ОГРН 1026103709499, ИНН/КПП 6165009334/616501001



Проректор по учебной работе –  
 начальник учебно-методического  
 управления

М.А. Кравченко

» 05 2019

АКТ

об использовании результатов диссертационного исследования  
 Бакалова М.В. «Ресурсоориентированное развитие транспортной системы  
 Южного региона» в учебном процессе ФГБОУ ВО РГУПС

Мы, нижеподписавшиеся, декан факультета «Управление процессами перевозок к.т.н. доцент Колобов И.А., заведующий кафедрой «Управление эксплуатационной работой» Зубков В.Н. составили настоящий акт в том, что в учебном процессе факультета «Управление процессами перевозок» и кафедры «Управление эксплуатационной работой» внедрены следующие результаты диссертационного исследования Бакалова М.В.:

1. Методика согласования интересов участников перевозочного процесса одного уровня.
2. Модель согласования интересов участников перевозочного процесса разных уровней управления.
3. Метод расчета параметров накопительных систем различного назначения.

Указанные разработки используются при изучении ряда дисциплин, а также при курсовом и дипломном проектировании. Это позволяет повышать качество подготовки специалистов по специальности 23.05.04 «Эксплуатация железных дорог», слушателей программ повышения квалификации и аспирантов направлений подготовки 05.22.01 «Транспортные и транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте», 05.22.08 «Управление процессами перевозок».

Указанные исследования отражены в опубликованном учебном пособии Методические основы и механизмы развития транспортных полигонов:– Ростов н/Д : ФГБОУ ВО РГУПС, 2017. – 80 с.

Декан факультета «УПП» ФГБОУ ВО РГУПС  
 к.т.н. доцент

Колобов И.А.

Заведующий кафедрой «УЭР»  
 ФГБОУ ВО РГУПС д.т.н. профессор

Зубков В.Н.

Утверждаю  
 Заместитель начальника Северо-Кавказской дирекции управления движением – структурного подразделения Центральной дирекции управления движением – филиала ОАО «РЖД»

Н.Н. Исаков

2019

АКТ

о внедрении научных результатов диссертационного исследования  
 Бакалова М.В. на тему «Ресурсоориентированное развитие  
 транспортной системы Южного региона»

Мы, нижеподписавшиеся, начальник логистического центра Северо-Кавказской дирекции управления движением – структурного подразделения Центральной дирекции управления движением – филиала ОАО «РЖД» К.В. Кудряшов и начальник технического отдела Северо-Кавказской дирекции управления движением – структурного подразделения Центральной дирекции управления движением – филиала ОАО «РЖД» И.А. Сарапулов составили настоящий акт о том, что для совершенствования перевозок на полигоне Северо-Кавказской железной дороги приняты к использованию следующие результаты научных исследований М.В. Бакалова:

1. Практические рекомендации по оптимизации маршрутов следования вагонопотоков на грузонапряженных направлениях железной дороги. Полученные с помощью разработанных инструментов морфологического, PEST-, SWOT- анализа, метода многокритериальной оптимизации.

2. Методика расчета параметров накопительных систем различного назначения.

Начальник логистического центра  
 Северо-Кавказской дирекции  
 управления движением – структурного  
 подразделения Центральной дирекции  
 управления движением – филиала ОАО  
 «РЖД»

 К.В. Кудряшов

Начальник технического отдела  
 Северо-Кавказской дирекции  
 управления движением – структурного  
 подразделения Центральной дирекции  
 управления движением – филиала ОАО  
 «РЖД»

 И.А. Сарапулов