

*На правах рукописи*

**Задорожний Вячеслав Михайлович**

**РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОРОЖНИХ  
ВАГОНОПОТОКОВ ПРИПОРТОВОЙ ТРАНСПОРТНО-  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ В КОНКУРЕНТНЫХ УСЛОВИЯХ**

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

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Ростов-на-Дону

2018

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

- Научный руководитель – Числов Олег Николаевич,  
доктор технических наук, доцент, заведующий  
кафедрой «Станции и грузовая работа»  
ФГБОУ ВО «Ростовский государственный  
университет путей сообщения»
- Официальные оппоненты – Балалаев Александр Сергеевич,  
доктор технических наук, доцент, профессор  
кафедры «Технология транспортных процессов  
и логистика» ФГБОУ ВО «Дальневосточный  
государственный университет путей сообщения»;
- Куренков Петр Владимирович,  
доктор экономических наук, кандидат  
технических наук, профессор, профессор  
кафедры «Управление транспортным бизнесом  
и интеллектуальные системы» ФГБОУ ВО  
«Российский университет транспорта (МИИТ)»
- Ведущая организация – ФГБОУ ВО «Петербургский государственный  
университет путей сообщения Императора  
Александра I»

Защита состоится «11» марта 2019 г. в 15.00 на заседании диссертационного совета Д 218.010.01 при ФГБОУ ВО «Ростовский государственный университет путей сообщения» по адресу: 344038, г. Ростов-на-Дону, пл. Ростовского Стрелкового Полка Народного Ополчения, д. 2, конференц-зал.

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

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_ г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета Д 218.010.01  
доктор технических наук, профессор

В.А. Соломин

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** Транспорт и его железнодорожный комплекс играют важную, системообразующую роль в социально-экономической жизни страны, интеграции национальной экономики в мировую, достижении внешнеполитических целей.

Комплексность и последовательность развития инфраструктурной составляющей вместе с совершенствованием транспортно-технологических процессов являются главными в числе задач, поставленных перед железнодорожным транспортом страны.

Особое место в производственно-транспортной структуре России отводится регионам. Так, например, на территории Северо-Кавказского экономического региона (СКЭР) сконцентрированы основные виды промышленности, многоотраслевое сельскохозяйственное производство, курортно-рекреационный комплекс, важнейшие международные транспортные коридоры.

Железнодорожный транспорт РФ, обладая достаточно сильными позициями на рынке перевозок, испытывает ряд острых, требующих первоочередного решения инфраструктурных и технологических проблем, среди которых повышение эффективности управления вагонными парками.

Дальнейший рост вагонного парка на припортовых железных дорогах в условиях ограниченности пропускных и перерабатывающих способностей инфраструктуры препятствует их эффективному использованию и ведет к ухудшению показателей эксплуатационной работы.

Современное развитие железнодорожных транспортно-технологических систем (ТТС) в едином транспортном пространстве, разработка и внедрение эффективных систем управления перевозочным процессом требуют создания новых и корректировки существующих методов распределения потоков грузов и вагонов.

Необходимость методического развития вышеприведенных технологий в условиях использования частного парка вагонов определяет цель, задачи и актуальность выбранной темы диссертационного исследования.

**Степень разработанности проблемы** Вопросы взаимодействия различных видов транспорта и повышения качества транспортного обслуживания в региональных железнодорожных ТТС отражены в работах известных российских ученых: В.М. Акулиничева, В.И. Апатцева, А.С. Балалаева, А.П. Батурина, С.Ю. Елисеева, И.А. Елового, В.Н. Зубкова, П.А. Козлова, П.В. Куренкова, Б.А. Лёвина, Э.А. Мамаева, Б.Л. Миротина, В.Я. Негрея, В.М. Николашина, А.Т. Осьминина, В.А. Персианова, Н.В. Правдина, С.М. Резера, П.К. Рыбина, А.А. Смехова, О.Н. Числова и др.

Проблемы управления вагонными парками на сети железных дорог РФ, вопросы информационного обеспечения деятельности предприятий железнодорожного транспорта представлены в научных трудах В.В. Багиновой, Д.В. Железнова, В.В. Доенина, А.Ф. Бородина, С.Ю. Елисеева, А.Т. Осьминина, А.Н. Рахмангулова, Ф.И. Хусаинова, А.С. Гершвальда и др.

Широко используются результаты теоретических исследований в областях экономико-математического моделирования, теории вероятности и математической статистики, теории массового обслуживания, теории систем, тео-

рии графов, теории надежности, сетевого и информационного планирования ученых-теоретиков Х.Э. Крыньского, Ф. Харари, Х.А. Таха и ученых-транспортников: Г. Поттхофа (G. Potthof), Р.Н. Зиммера (R.N. Zimmer), Ф. Хейта, Х. Ванга (X. Wang), Б. Лалонда (B. LaLonde), Т.Б. Гулея (T.B. Gooley) и др.

Вместе с тем вопросы взаимодействия участников перевозочного процесса при транспортировке грузов с использованием частных вагонов проработаны не в полной мере, что обусловлено небольшим временным периодом с момента создания отечественного конкурентного сектора частного подвижного состава, разработки адаптированных методов организации и управления вагонопотоками на полигоне припортовой железной дороги.

**Целью диссертационной работы** является развитие методов управления вагонопотоками в припортовой железнодорожной транспортно-технологической системе на основе учета экономико-географических факторов в распределении вагонных парков в условиях многооператорского рынка подвижного состава. Для достижения цели работы поставлены следующие **задачи**:

- анализ отечественного и зарубежного опыта организации и управления перевозочным процессом в припортовых ТТС;
- исследование тенденций организационных изменений в системе управления продажами услуг железнодорожного транспорта;
- анализ технологических схем взаимодействия субъектов транспортного рынка при оказании услуги по перевозке грузов железнодорожным транспортом;
- развитие методов распределения вагонопотоков припортовой ТТС в конкурентных условиях на основе экономико-географической модели управления подвижным составом с целью уменьшения порожнего рейса и сокращения оборота вагона;
- разработка модифицированных коэффициентов оценки степени транспортной эффективности участков железнодорожного полигона на основе метода экспертных оценок;
- определение интегральной функции оценки транспортной работы собственников подвижного состава в условиях многооператорского рынка;
- разработка алгоритма и программного комплекса оценки степени эффективности управления порожним подвижным составом в припортовой ТТС на основе использования экономико-географических факторов.

**Объектом исследования** является припортовая транспортно-технологическая система, включающая сеть путей сообщения, железнодорожный подвижной состав компаний-операторов, система управления вагонопотоками в припортовых транспортных узлах.

**Предмет исследования** – теоретико-методические подходы рационального распределения и управления вагонопотоками компаний – собственников подвижного состава в припортовых ТТС на основе учета экономико-географических факторов.

Диссертация выполнена в рамках п. 1 «Транспортные системы и сети страны, их структура, технологии работы. Оптимальная структура подвижного состава», п. 4 «Технологии перевозок различными видами транспорта, мульти-модальные перевозки; международные и транзитные перевозки», п. 5 «Организация и технология транспортного производства. Управление транспортным

производством. Оптимизация размещения транспортных предприятий и производств» паспорта научных специальностей ВАК 05.22.01 – «Транспортные и транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте».

**Теоретико-методологической основой исследования** явились научные работы в области организации и управления транспортно-технологическими системами, методы экономико-математического моделирования, теории вероятностей и математической статистики, теории графов, теории надежности, а также законодательные, нормативные и программные документы РФ по вопросам государственной транспортной политики, отчетные и статистические данные Минтранса России, ОАО «РЖД», Северо-Кавказской железной дороги – филиала ОАО «РЖД», исследования ученых и специалистов железнодорожного транспорта.

**Положения, выносимые на защиту:**

– Параметры транспортной эффективности участков полигона припортовой железной дороги на основе метода экспертных оценок и графоаналитического подхода.

– Метод распределения вагонопотоков припортовой транспортно-технологической системы, основывающийся на использовании экономико-географических факторов и модифицированной геометрической модели полигона дороги.

– Система критериев оценки степени использования вагонных парков компаний-операторов, включающая интегральную функцию оценки.

– Решения, направленные на повышение конкурентоспособности железнодорожных компаний-операторов на рынке транспортных услуг полигона припортовой железной дороги.

**Научная новизна диссертационной работы** заключается в разработке и совершенствовании теоретико-методологических и практических рекомендаций эффективной организации и управления приватными вагонопотоками на полигоне припортовой железной дороги, направленных на повышение качества транспортного обслуживания и обеспечение устойчивости железнодорожных перевозок грузов в условиях многооператорского рынка подвижного состава.

В диссертации:

– развиты теоретические основы исследований в области распределения вагонопотоков в условиях многооператорского рынка подвижного состава;

– предложены критерии оценки степени использования вагонных парков компаний-операторов и параметры транспортной эффективности участков полигона припортовой железной дороги;

– сформирован метод распределения вагонопотоков на основе использования экономико-географических факторов и модифицированной геометрической евклидовой модели полигона дороги, позволяющий принимать стратегические решения управления грузоперевозками и распределения порожнего подвижного состава;

– разработаны алгоритм и программный комплекс оценки эффективности распределения подвижного состава операторской компании по станциям погрузки-выгрузки и временного размещения на инфраструктуре ОАО «РЖД».

**Практическая ценность** научных результатов состоит в возможности использования методологического аппарата диссертационного исследования собственниками и операторами подвижного состава, дирекциями управления движением, структурными подразделениями ОАО «РЖД» при подготовке, оценке и реализации мероприятий для повышения устойчивости организации порожних вагонопотоков, конкурентоспособности и увеличения спроса на услуги компании. Разработанный в диссертации метод распределения вагонопотоков и его модифицированные критерии могут быть адаптированы для ТТС других видов транспорта.

**Апробация работы.** Основные положения диссертационного исследования докладывались на международных научно-практических конференциях: «Транспорт-2014», «Транспорт-2015», «Транспорт-2016», «Транспорт-2017», «Транспорт-2018» (Ростов-на-Дону, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 г.); «Современные аспекты научных исследований» (Москва, 2014 г.); «Современные аспекты транспортной логистики» (Хабаровск, 2014 г.); «Перспективы развития и эффективность функционирования транспортного комплекса Юга России» (Ростов-на-Дону, 2014 г.); «Развитие инфраструктуры и логистических технологий в транспортных системах» (Санкт-Петербург, 2015 г.); «Транспортные системы: тенденции развития» (Москва, 2016); «Транспорт и логистика» (Ростов-на-Дону, 2017, 2018 г.); «Современное развитие науки и техники («Наука-2017»)» (Ростов-на-Дону, 2017 г.); «Современные проблемы проектирования, применения и безопасности информационных систем» (Ростов-на-Дону, 2017 г.), «VII International Symposium of Young Researchers – Transport Problems» (Silesian University of Technology Faculty of Transport, Katowice, Poland, 2018 г.); на заседаниях кафедр «Станции и грузовая работа», «Управление эксплуатационной работой» и «Логистика и управление транспортными системами» ФГБОУ ВО РГУПС (г. Ростов-на-Дону), «Логистика, грузовая и коммерческая работа» ФГБОУ ВО ПГУПС Императора Александра I (г. Санкт-Петербург).

**Внедрение результатов работы.** Результаты диссертационного исследования используются в работе СК ТЦФТО – филиала ОАО «РЖД»; в учебном процессе при разработке учебно-методических комплексов для студентов по дисциплинам: «Пути сообщения», «Взаимодействие видов транспорта», «Управление грузовой и коммерческой работой», в научно-исследовательской работе ФГБОУ ВО «Ростовский государственный университет путей сообщения». Также результаты исследования были использованы в деятельности Ростовского филиала АО «ФГК». Имеются акты внедрения результатов исследования.

**Публикации.** Основное содержание диссертации и результаты исследования опубликованы в 25 научных работах общим объемом 22,29 п.л. (авторских – 8,97 п.л.), в том числе в 3 статьях в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ, 1 публикации в издании, включенном в базу данных Web of Science и Scopus, и 1 монографии в соавторстве.

**Структура и объем работы** определены целью и задачами, поставленными и решенными в ходе исследования. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, библиографического списка из 191 наименования и 5 приложений. Работа изложена на 169 страницах основного текста, содержит 44 рисунка, 34 таблицы.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цель и основные задачи диссертационной работы, определены предмет и объект, теоретико-методологическая основа, научная новизна, практическая значимость работы и положения, выносимые на защиту.

**В первой главе** «Анализ инфраструктурно-технологического взаимодействия грузоперевозчиков в припортовой транспортной системе (на примере юга России)» выполнен анализ экспортно-импортных грузопотоков припортовых станций на полигоне СКЖД (рисунок 1).

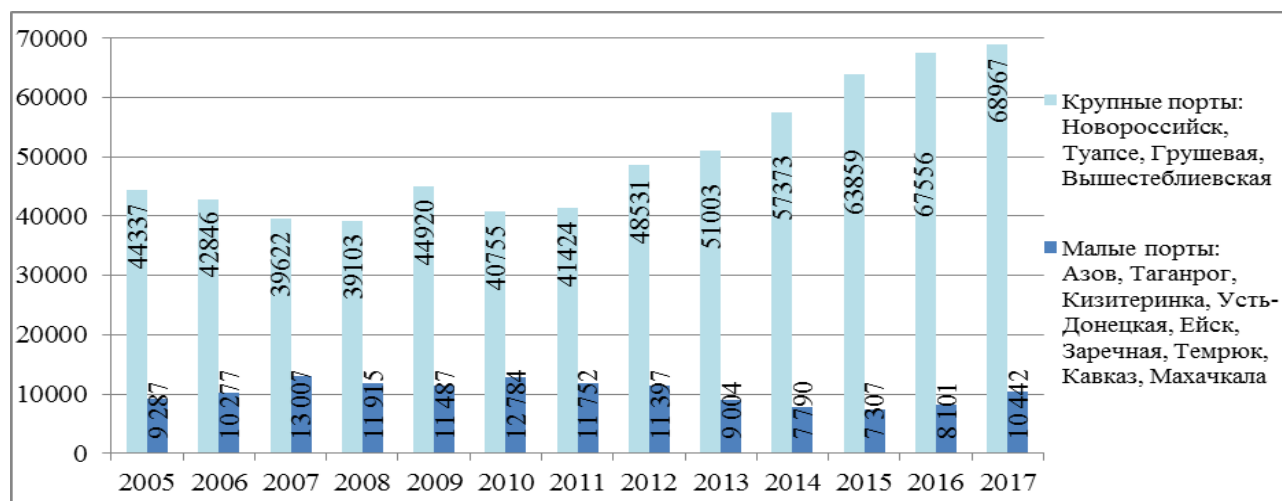


Рисунок 1 – Динамика грузооборота крупных и малых портов АЧБ, млн т

Рост грузооборота крупных портов (с 2005 по 2017 г. на 55,5 %) и малых (на 12,4 %) увеличивает грузонапряженность на основных направлениях движения по СКЖД, которые включены в международные транспортные коридоры «Север-Юг» (*NS*) и «Транссиб» (*TS*) (таблица 1).

Таблица 1 – Расстояния доставки грузов в системе МТК на полигоне СКЖД

Транспортный коридор	Стыковой ж.-д. пункт (станция)	Припортовая ж.-д. станция	Расстояние, км
«Север-Юг» ( <i>NS</i> )	Сохрановка	Таганрог	417
		Азов	365
		Ейск	497
		Новоросийск	707
		Темрюк	740
		Кавказ	806
		Тамань	762
«Транссиб» ( <i>TS</i> )	Котельниково	Туапсе	627
		Грушевая	589
		Новоросийск	616
	Морозовская	Таганрог	385
			$\Sigma = 2935^*$

\* Определено суммарное расстояние участков МТК полигона СКЖД без учета дублирующих участков

Из 6311 км эксплуатационной сети полигона СКЖД в системе МТК задействовано 2935 км, т. е. степень участия ж.-д. инфраструктуры составляет 0,456. Между тем транзитный потенциал СКЭР используется недостаточно эффективно. При этом серьезную конкуренцию МТК СКЭР составляют МТК «ТРАСЕКА» (Европа – Кавказ – Азия) и «Южный» (Юго-Восточная Европа – Турция – Иран).

На основе исследования районирования Южного региона и анализа грузопотоков по местам зарождения и основным направлениям грузоперевозок на припортовые станции разработаны предложения по совершенствованию инфраструктурно-технологического взаимодействия грузовладельцев и ж.-д. перевозчиков (компаний-операторов) в припортовой ТТС, включающие технико-технологические решения.

Исследована работа операторских компаний, работающих на полигоне СКЖД (около 1150 операторов и собственников подвижного состава, общий парк которых составляет более 70 тысяч вагонов). Из них 10 крупных компаний-операторов владеют около 77 % этого подвижного состава. В собственности 70 средних компаний находится около 17 % вагонного парка. А доля подвижного состава в собственности свыше тысячи мелких операторских компаний, владеющих от нескольких до сотни вагонов, составляет около 6 % (таблица 2).

Таблица 2 – Операторские компании на полигоне СКЖД

№ п/п	Наименование компании-оператора	Доля компании, %
1	ООО «ТрансОйл»	10,69
2	АО «ПГК»	8,93
3	АО «ФГК»	6,30
4	ЗАО «Русагротранс»	4,39
5	АО «НПК»	3,21
6	ООО «Газпромтранс»	1,37
7	АО «СГ-Транс»	0,93
8	ПАО «ТрансКонтейнер»	0,51
9	ООО «Трансгарант»	0,48
10	АО «РН-Транс»	0,07
11	АО «Совфрахт-Совмортранс»	0,05
12	АО «Рефсервис»	0,05
13	Прочие операторы	63,04

Большая доля вагонного парка, находящегося в собственности (аренде) грузовладельцев, является специализированным, а в собственности (аренде) операторов – универсальным. Крупные операторы имеют доли перевозок: цистерны – 82,3 %, платформы – 96,1 %, полувагоны – 38,1 %, крытые – 65,7 %.

Диаграмма транспортно-технологических решений по повышению клиентоориентированности и конкурентоспособности компании-оператора на полигоне припортовой железной дороги представлена на рисунке 2.

Таким образом, наблюдается зависимость системы организации припортовой ТТС от структуры рынка операторских компаний, динамики грузовой базы и системы организации вагонопотоков.





Рисунок 2 – Направления повышения клиентоориентированности и конкурентоспособности компании-оператора

**Во второй главе** «Модели и методы распределения грузо- и вагонопотоков припортовых ТТС в конкурентных условиях» представлены результаты исследований отечественного и зарубежного опыта в распределении и регулировании грузо- и вагонопотоков припортовых ТТС. В трудах отечественных ученых рассматриваются алгоритмы выбора рациональных вариантов регулирования вагонопотоков методом поиска эффективных по Парето решений. В связи с усилением конкуренции на транспортном рынке и технологическими изменениями, особое место занимает определение рациональных логистических вариантов взаимодействия операторских компаний с предприятиями, отправителями и получателями грузов.

В зарубежной научной литературе вопросам поиска рациональных вариантов организации мультимодальных грузо- и вагонопотоков уделяется значительное внимание. Использование внутренних («сухих») портов (*inland port*), которые являются частью интермодальной системы и выполняют логистическое обслуживание грузопотоков, поступающих через морские порты, – одна из особенностей зарубежной теории организации грузо- и вагонопотоков. Развивается концепция европейской системы управления движением *ETCS*. В настоящее время в зарубежной теории и практике управления транспортными потоками используются инструменты и методы линейного программирования, теории графов, имитационного моделирования, прогнозирования и аппарат теории вероятностей.

Формулировки задач и моделей, применяемых при определении эффективных способов накопления и распределения припортовых грузо- и вагонопотоков, сведены в таблицу 3.

Таким образом, значительное количество научных работ в исследуемом направлении свидетельствует не только о важности проблем, но и о необходимости продолжения поиска многофакторных решений, отвечающих современным реалиям. В разрабатываемой методике распределения вагонопотоков в припортовой ТТС в качестве перспективных выбраны методы и модели, объединяющие конфигурацию транспортной сети с ее пропускными и перерабатывающими способностями, экономические (рыночные) механизмы регулировки показателей работы операторских компаний, модели, учитывающие конкуренцию в теории принятия управленческих решений.

Таблица 3 – Задачи и модели распределения грузо- и вагонопотоков ТТС

Задачи	Модели и методы	Примечания
1 Определение величин грузо- и вагонопотоков	1.1 Модели и методы прогнозирования (гармонических весов, эвристический, экспоненциального сглаживания, экстраполяции по логистической кривой (поз. 1.1.1, 1.1.2); методы экспертных оценок (метод Дельфи, программного и эвристического прогнозирования, поз. 1.1.3)	1.1.1 Размеры грузо- и вагонопотоков положительны. 1.1.2 Размер динамического ряда данных грузо- и вагонопотоков влияет на точность прогноза. 1.1.3 Мера согласованности мнений экспертов оценивается коэффициентом конкордации по Кендаллу (рассмотрены в гл. 3 диссертации).
2 Определение транспортных расходов на перевозку	2.1 Модели определения кратчайших путей на сети (методы теории графов, поз. 2.1.1). 2.2 Транспортная задача в матричной (сетевой) форме (методы экономико-математического моделирования, поз. 2.2.1)	2.1.1 Топологический граф вида $G = \{X, U\}$ , где $X$ – множество вершин графа, $X \in \{X_1, X_2, X_3 \dots X_n\}$ ; $U$ – множество ребер графа, соединяющих вершины, $U \subseteq X \times X$ . 2.2.1 Обобщенная формула $\Pi = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} \cdot x_{ij} \rightarrow \min,$ при ограничениях: все грузы должны быть перевезены $\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i; i = 1, 2, \dots, m;$ все потребности должны быть удовлетворены $\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j; j = 1, 2, \dots, n;$ запланированное количество груза $x_{ij} \geq 0$ (рассмотрены в гл. 3, 4 диссертации)
3 Определение технико-технологических параметров грузо- и вагонопотоков, пропускных и провозных способностей	3.1 Методы определения плана формирования поездов (модели и методы прогнозирования, поз. 3.1.1; методы теории вероятности и математической статистики, поз. 3.1.2 и 3.1.3; методы теории массового обслуживания, поз. 3.1.4) 3.2 Методы маршрутизации ж.-д. перевозок (комбинаторные методы оптимизации, поз. 3.2.1). 3.3 Задача распределительного типа (задача формирования заказов и планирования подвоза грузов, поз. 3.3.1) 3.4 Методы теории вероятностей и математической статистики, методы теории массового обслуживания, поз. 3.1.2, 3.1.3, 3.1.4	3.1.1 См. поз. 1.1.1, 1.1.2, 1.1.3. 3.1.2 Вероятность появления событий (заявок) $N$ в заданный интервал времени $t$ выражается <i>распределением Пуассона</i> . 3.1.3 Количество интервалов группирования статистических наблюдений $K$ , а также размер интервала $d$ в зависимости от размеров выборки определяется по <i>формуле Г. Стреджерса</i> $K = 1 + 3,322 \lg n .$ 3.1.4 Необходимы: описание входящего потока требований; описание способа обслуживания; описание дисциплины очереди. 3.2.1 Игровые модели для конфликтных ситуаций. 3.3.1 Разрабатывается план подвоза вагонов при условии удовлетворения технико-технологических параметров припортовой транспортной системы (рассмотрены в гл. 3, 4 диссертации)
4 Определение местоположения инфраструктурных объектов ж.-д. транспорта, обеспечивающих накопление и распределение грузо- и вагонопотоков в припортовой ТТС	4.1 Задачи размещения ж.-д. станций и станционных устройств (методы имитационного моделирования, поз. 4.1.1; метод двойного предпочтения с модификацией значения критерия, метод вариантных расчетов по сплошному перебору, метод «относительного размещения производственных объектов», многокритериальные модели, поз. 4.1.2; численные методы Парето-оптимальных решений, поз. 4.1.3)	4.1.1 Транспортная система представляется в виде элементов. Выделяются бункерные элементы, формируется таблица взаимосвязи технологических операций, расписание работы подсистем, приоритеты, логические элементы (промежуточные, базисные и параллельные). 4.1.2 Рассмотрены в гл. 2 диссертации. 4.1.3 Формируется вектор концепции развития ж.-д. станции, и находятся варианты, содержащие все точки множества Парето-оптимальных решений

**В третьей главе** «Развитие методов распределения вагонопотоков припортовой ТТС на основе экономико-географической модели управления подвижным составом» предложен метод распределения вагонопотоков с учетом экономико-географических факторов.

На первом этапе оценивается рыночный уровень транспортного производства операторской компании по факторам: 1) количество вагонного парка в управлении,  $n_{\text{ваг}}$ , ваг; 2) количество вагонного парка в собственности,  $n_{\text{соб}}$ , ваг; 3) производительность на 1 вагон рабочего парка,  $W_{\text{ваг}}$ , т-км/ваг; 4) возраст подвижного состава,  $u_{\text{ваг}}$ , год; 5) объем погрузки,  $Q_{\text{погр}}$ , тонн; 6) доход на 1 вагон,  $D_{\text{ваг}}$ , руб.

Сравнительный анализ операторских компаний производится с учетом специализации их подвижного состава и грузовой базы соответственно.

Построены диаграммы показателей работы основных операторских компаний на полигоне СКЖД (рисунок 3), определены площади областей в диаграммах по формуле Герона, и рассчитан коэффициент эффективности по формуле  $k_{\text{КО}} = \frac{S_{\text{КО}i}}{S_{\text{КО-р}}}$ , где  $S_{\text{КО}i}$  – площадь области рыночной эффективности  $i$ -й компании-оператора, ед.<sup>4</sup>;  $S_{\text{КО-р}}$  – площадь области рыночной эффективности идеальной компании-оператора, ед.<sup>4</sup>.

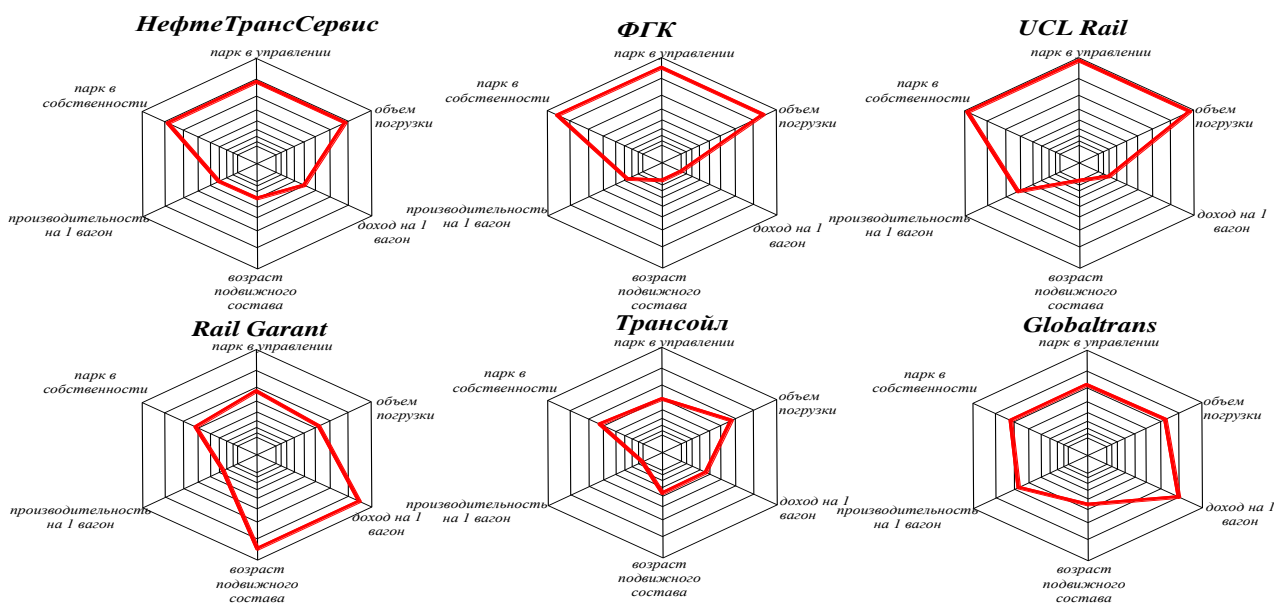


Рисунок 3 – Диаграммы показателей работы операторских компаний

На основании полученных значений предлагается ранжировать компании-операторы: первый – предприятия, площадь фигуры которых на диаграмме больше  $6 \cdot 10^4$  ед.; второй – предприятия, площадь фигуры которых на диаграмме от  $3 \cdot 10^4$  ед. до  $6 \cdot 10^4$  ед., третий – предприятия, площадь фигуры которых на диаграмме меньше  $3 \cdot 10^4$  ед. (таблица 4).

Общая эффективность работы компаний-операторов оценивается модифицированной интегральной функцией вида:

$$W_{\text{КО-}i} = \alpha_1 \cdot R_{1i}^* + \alpha_2 \cdot R_{2i}^* + \alpha_3 \cdot R_{3i}^* + \alpha_4 \cdot R_{4i}^* + \alpha_5 \cdot R_{5i}^* + \alpha_6 \cdot R_{6i}^*,$$

при условиях  $\sum_i \alpha_i = 1$ ;  $R_i^* = R_i^{\text{проект}} / R_i^{\text{существ}}$ , где  $i$  – номер варианта показателя работы;  $i = 1, 2, \dots, N$  – количество параметров;  $\alpha_i$  – коэффициент относительной

важности  $i$ -го параметра (в зависимости от параметра может быть положительный или отрицательный);  $R_i^{\text{проект}}$ ,  $R_i^{\text{существ}}$  – значения безразмерных  $i$ -параметров показателей для проектного и существующего (начального) вариантов работы компании-оператора.

Таблица 4 – Площади фигур диаграмм и ранг компаний-операторов

Предприятие	Площадь фигуры, ед. $\cdot 10^4$	Ранг предприятия	Коэффициент эффективности компании-оператора, $k_{\text{ко}}$	Общая эффективность работы компаний-операторов, $W_{\text{ко}}$
АО «НефтеТрансСервис»	5,39	2	0,33	0,457
АО «ФГК»	5,65	2	0,35	0,502
UCL Rail	7,43	1	0,46	0,59
ГК Rail Garant	6,26	1	0,39	0,328
ООО «ТрансОйл»	2,99	3	0,18	0,304
ПАО «Globaltrans»	6,66	1	0,41	0,492

На втором этапе оценивается транспортная эффективность участков полигона припортовой железной дороги (рисунок 4) в сфере работы операторской компании на основе разработанного коэффициента транспортной эффективности (КТЭ участка полигона).

Для определения коэффициента транспортной эффективности участков полигона припортовой железной дороги использован метод экспертных оценок (метод Дельфи и эвристического прогнозирования). Разработана анкета оценки рейтинга железнодорожных участков полигона СКЖД работниками аппарата управления компании-оператора. На основе опроса данных работников были составлены анкеты по соответствующим участкам полигона СКЖД с учетом входящих в МТК. Качество эмпирического подхода и мера согласованности мнений  $W$ -экспертов по оценке рейтинга припортовых ж.-д. участков оценены *коэффициентом конкордации по Кендаллу*:

$$W = \frac{12 \cdot S}{n^2 (m^3 - m)}, \quad (1)$$

где  $S$  – сумма квадратов отклонений суммы рангов каждого фактора от среднего арифметического рангов;  $n$  – количество экспертов;  $m$  – количество факторов.

Значения  $W$  составили от 0,5 до 0,76.

КТЭ участка рассчитывается по формуле:

$$K_{\text{эф}}^{ij} = \sum_{r=1}^n k_r^{ij} \cdot \beta_r^{ij}, \quad (2)$$

где  $k_r^{ij}$  – коэффициент показателя работы  $ij$ -участка;  $\beta_r^{ij}$  – вес  $r$ -показателя в соответствии с экспертными оценками по  $ij$ -участкам полигона припортовой ж.д.

$$k_r^{ij} = \frac{p_r^{ij}}{p_{\text{max}}^r}, \quad (3)$$

где  $p_{\text{max}}^r = \max p_r^{ij}, i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n$  – «предельный» показатель работы  $r$ -показателя на полигоне дороги;  $p_r^{ij}$  – показатель работы  $ij$ -участка;

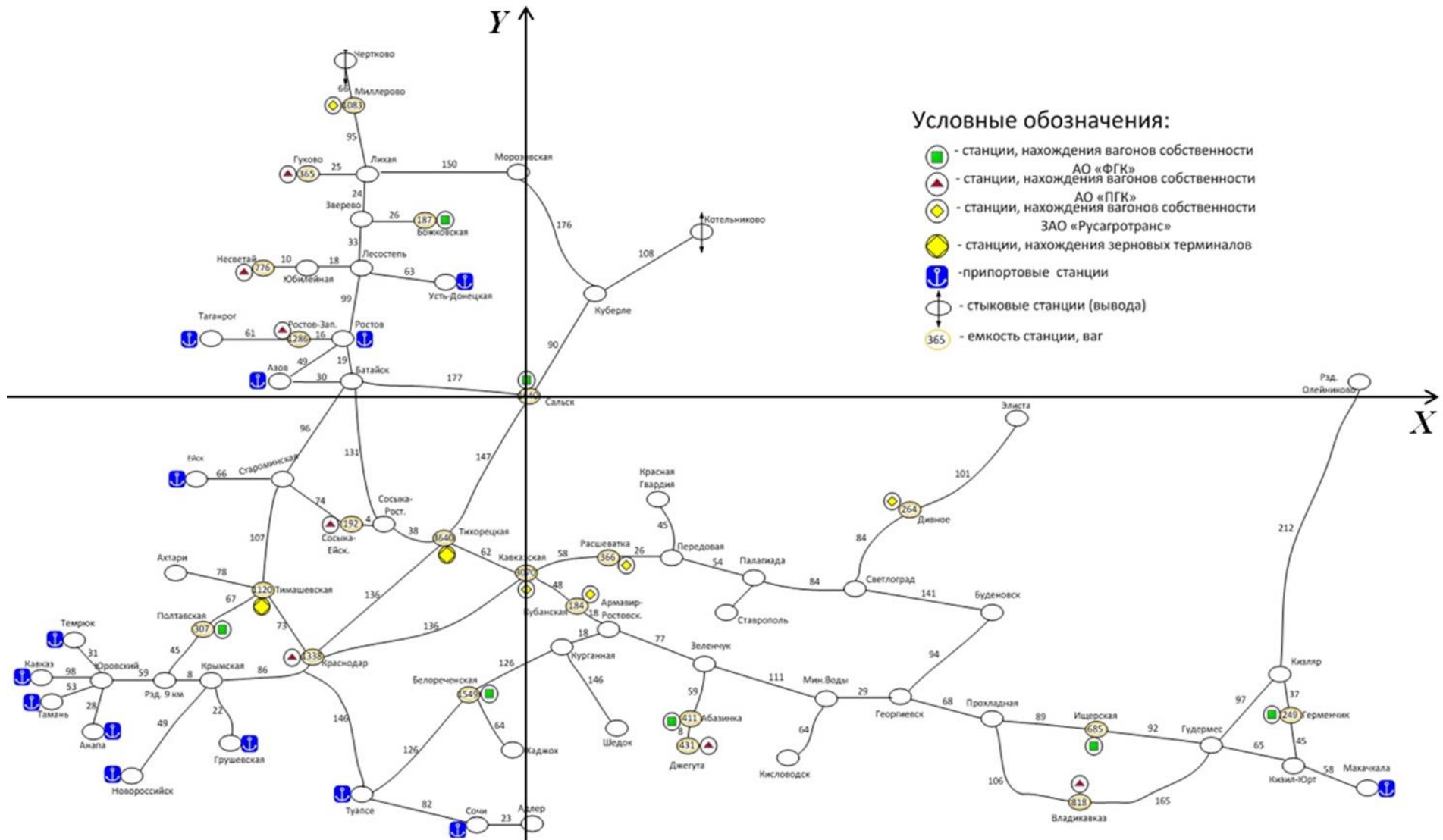


Рисунок 4 – Схема полигона припортовой железной дороги с учетом дислокации подвижного состава собственников

$$\beta_r^{ij} = \frac{\sigma_r^{ij}}{R^{ij}}, \quad (4)$$

где  $\sigma_r^{ij} = \sum_{s=1}^n x_{s,r}^{ij}$  – ранг показателя (сумма оценок для  $r$ -показателя по всем экспертам);  $R^{ij} = \sum_{r=1}^m \sigma_r^{ij}$  – сумма рангов всех показателей;  $x_{s,r}^{ij}$  – оценка выставленная  $s$ -экспертом по  $r$ -показателю ( $s = 1, 2 \dots n, r = 1, 2 \dots m$ );  $\sum_{r=1}^m \beta_r^{ij} = 1$ .

Например, КТЭ участка Разъезд 9-й км – Новороссийск составил:

$$\beta_1 = \frac{25}{262} = 0,09; \beta_2 = \frac{47}{262} = 0,18; \beta_3 = \frac{26}{262} = 0,10; \beta_4 = \frac{44}{262} = 0,16;$$

$$\beta_5 = \frac{27}{262} = 0,09; \beta_6 = \frac{47}{262} = 0,18; \beta_7 = \frac{46}{262} = 0,18;$$

$$k_1 = \frac{57}{169} = 0,34; k_2 = \frac{160}{160} = 1; k_3 = \frac{1,84}{5,45} = 0,34; k_4 = \frac{45}{45} + \frac{16}{30} = 1,53;$$

$$k_5 = \frac{15}{45} + \frac{30}{30} = 1,33; k_6 = \frac{3355,8}{8087,8} = 0,41; k_7 = \frac{2952,6}{8087,8} = 0,36;$$

$$K_{\text{эф}}^{\text{9-й км-НВРС}} = 0,34 \cdot 0,09 + 1 \cdot 0,18 + 0,34 \cdot 0,10 + 1,53 \cdot 0,16 + 1,33 \cdot 0,09 + 0,41 \cdot 0,18 + 0,36 \cdot 0,18 = 0,776.$$

Данные расчета остальных участков сведены в таблицу 5. Значения  $K_{\text{эф}}$  составили:  $K_{\text{эф}} = 0,39–0,59$  для однопутных участков;  $K_{\text{эф}} = 0,6–0,79$  для двухпутных участков;  $K_{\text{эф}} = 0,8–0,98$  для двухпутных и многопутных участков со значительными размерами движения.

Таблица 5 – Ведомость расчета КТЭ участков полигона припортовой ж.-д.

№ п/п	Участок полигона		Расстояние, км		Расчетная пропускная способность		Время хода (t <sub>к</sub> ) поезда на участке, ч		Обработка поезда, мин				Емкость путевого развития, ваг				Коэффициент эффективности участка, K <sub>эф</sub>
			k <sub>1</sub>	β <sub>1</sub> ·k <sub>1</sub>	k <sub>2</sub>	β <sub>2</sub> ·k <sub>2</sub>	k <sub>3</sub>	β <sub>3</sub> ·k <sub>3</sub>	k <sub>4</sub>	β <sub>4</sub> ·k <sub>4</sub>	k <sub>5</sub>	β <sub>5</sub> ·k <sub>5</sub>	k <sub>6</sub>	β <sub>6</sub> ·k <sub>6</sub>	k <sub>7</sub>	β <sub>7</sub> ·k <sub>7</sub>	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Коридор «Север-Юг»																	
1	Сохрановка	Лихая	0,95	0,048	1,00	0,190	0,95	0,114	1,53	0,138	1,33	0,120	0,11	0,026	0,57	0,131	0,767
2	Лихая	Ростов	0,97	0,049	1,00	0,190	0,97	0,116	1,33	0,120	1,53	0,138	0,57	0,131	0,24	0,056	0,800
3	Ростов	Батайск	0,06	0,003	1,00	0,190	0,06	0,007	1,53	0,138	1,33	0,120	0,24	0,056	1,00	0,230	0,744
4		Таганрог	0,42	0,021	1,00	0,190	0,42	0,050	1,53	0,138	1,53	0,138	0,24	0,056	0,12	0,028	0,621
5	Батайск	Староминская	0,57	0,028	1,00	0,190	0,57	0,068	1,33	0,120	1,53	0,138	1,00	0,230	0,10	0,023	0,798
6		Азов	0,18	0,009	0,41	0,078	0,18	0,021	1,33	0,120	1,53	0,138	1,00	0,230	0,06	0,014	0,610
7		Тихорецкая	1,00	0,050	1,00	0,190	1,00	0,120	1,33	0,120	1,53	0,138	1,00	0,230	0,45	0,104	0,952
8	Староминская	Тимашевская	0,63	0,032	1,00	0,190	0,63	0,076	1,53	0,138	1,53	0,138	0,10	0,023	0,14	0,032	0,629
9		Ейск	0,39	0,020	0,41	0,078	0,39	0,047	1,53	0,138	1,53	0,138	0,10	0,023	0,05	0,011	0,455
10	Тимашевская	Разъезд 9 км	0,66	0,033	1,00	0,190	0,66	0,080	1,53	0,138	1,53	0,138	0,14	0,032	0,41	0,095	0,706
11		Краснодар	0,43	0,022	1,00	0,190	0,43	0,052	1,53	0,138	1,33	0,120	0,14	0,032	0,17	0,038	0,591
12	Краснодар	Туапсе	0,86	0,043	0,41	0,078	0,86	0,104	1,33	0,120	1,53	0,138	0,17	0,038	0,19	0,044	0,565
13		Новороссийск	0,34	0,030	1,00	0,190	0,34	0,040	1,53	0,245	1,33	0,120	0,41	0,079	0,37	0,069	0,776
14	Разъезд 9 км	Юровский	0,35	0,017	1,00	0,190	0,35	0,042	1,53	0,138	1,53	0,138	0,41	0,095	0,02	0,006	0,626
15		Крымская	0,05	0,002	1,00	0,190	0,05	0,006	1,53	0,138	1,53	0,138	0,41	0,095	0,15	0,035	0,605
16		Темрюк	0,18	0,009	0,41	0,078	0,18	0,022	1,53	0,138	1,53	0,138	0,02	0,006	0,02	0,005	0,396
17	Юровский	Кавказ	0,57	0,029	0,41	0,078	0,57	0,069	1,53	0,138	1,53	0,138	0,02	0,006	0,04	0,009	0,467
18		Тамань	0,31	0,016	0,41	0,078	0,31	0,038	1,53	0,138	1,53	0,138	0,02	0,006	0,03	0,006	0,420
19		Анапа	0,17	0,008	0,41	0,078	0,17	0,020	1,53	0,138	1,53	0,138	0,02	0,006	0,05	0,012	0,400
Коридор «Трансб»																	
1	Котельниково	Сальск	1,00	0,050	0,41	0,078	1,00	0,120	1,53	0,138	1,53	0,138	0,31	0,071	0,36	0,082	0,677
2	Сальск	Тихорецкая	0,74	0,037	0,41	0,078	0,74	0,089	1,53	0,138	1,33	0,120	0,36	0,082	0,79	0,181	0,726
3	Тихорецкая	Краснодар	0,69	0,034	0,41	0,078	0,69	0,082	1,33	0,120	1,33	0,120	0,79	0,181	0,29	0,067	0,683
4	Краснодар	Крымская	0,43	0,022	0,41	0,078	0,43	0,052	1,33	0,120	1,53	0,138	0,29	0,067	0,27	0,062	0,539
5		Новороссийск	0,25	0,012	1,00	0,190	0,25	0,030	1,53	0,138	1,33	0,120	0,27	0,062	0,64	0,147	0,699
6	Крымская	Грушевая	0,11	0,006	0,41	0,078	0,11	0,013	1,53	0,138	1,53	0,138	0,27	0,062	0,07	0,016	0,451
7		Морозовская	Лихая	0,76	0,038	1,00	0,190	0,76	0,091	1,53	0,138	1,33	0,120	0,27	0,062	1,00	0,230

Работоспособность принятых модифицированных критериев оценки операторской компании и КТЭ участков маршрута перевозки рассмотрены на примере перевозок условной грузовой компании-оператора (УГКО). Их принимают в качестве дополнительных факторов в рассмотрении классической транспортной задачи.

В транспортной задаче в качестве переменных  $x_{ij}$  (со стандартными ограничениями  $x_{ij} \geq 0$ ), являющихся элементами матрицы перевозок  $X = (x_{ij})$ , будем рассматривать число порожних вагонов данной компании-оператора, находящихся на  $i$ -й ( $i=1,2,\dots,m$ ) припортовой станции выгрузки, которые могут быть перевезены на  $j$ -ю ( $j=1,2,\dots,n$ ) стыковую станцию либо станцию накопления. Эти переменные должны удовлетворять системе из  $m + n$  линейных уравнений:

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = a_i; \sum_{j=1}^n x_{ij} = b_j. \quad (5)$$

Здесь  $a_i$  – число всех порожних вагонов компании, находящихся на  $i$ -й станции выгрузки,  $b_j$  – число порожних вагонов компании, которые (в результате перевозок, произведённых со всех станций выгрузки) должны оказаться на  $j$ -й стыковой станции либо станции накопления.

Заметим, что предполагаемые фиксированными в классической постановке транспортной задачи параметры  $a_i$  и  $b_j$  ( $i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n$ ) в изучаемых здесь вопросах могут выступать как функции времени. Это относится и к переменным  $x_{ij}$ .

Обозначим  $a = \sum_{i=1}^m a_i$  – количество всех принадлежащих данной грузовой компании порожних вагонов, находящихся в некоторый промежуток времени на всех рассматриваемых станциях выгрузки в сформированных поездах, которые готовы к отправлению в сторону стыковых станций или станций накопления.

Для каждой пары индексов  $i$  и  $j$  введём величину  $\theta_{\text{пор}}^{ij}$ , которую назовём коэффициентом порожнего оборота вагонов  $s$ -й станции на  $-ю$  станцию. Ниже приведена разработанная методика расчётов для нахождения  $\theta_{\text{пор}}^{ij}$  на основании известной величины  $\theta_{\text{пор}}$  – оборота порожних вагонов дороги (или совокупности тех её элементов, которые связывают рассматриваемые припортовые станции со стыковыми станциями или станциями накопления).

Нахождение величин  $\theta_{\text{пор}}^{ij}$  ( $i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n$ ) осуществляется в два этапа. Для того чтобы по возможности учесть специфику перевозочной инфраструктуры участка дороги между  $i$ -й станцией выгрузки и  $-й$  стыковой станцией или станцией накопления, вводятся соответствующие КТЭ участков полигона дороги,  $k_{ij}$ . Затем по найденным значениям  $k_{ij}$  находятся соответствующие приведенные коэффициенты порожнего рейса участков полигона  $\lambda_{ij}$  по формуле:

$$\lambda_{ij} = \frac{\gamma}{k_{ij}}, \quad (6)$$

где  $\gamma = \frac{m \cdot n}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \frac{1}{k_{ij}}}$  – среднее гармоническое коэффициентов  $k_{ij}$ . Интересующие нас

коэффициенты порожнего оборота равны  $\theta_{\text{пор}}^{ij} = \lambda_{ij} \cdot \theta_{\text{пор}}$ .

Матрицу тарифов  $\alpha_{ij}$  транспортной задачи запишем в виде:

$$A = (\alpha_{ij}) = \left( \frac{\theta_{\text{пор}}^{ij}}{a} \right). \quad (7)$$

В качестве целевой функции рассмотрим значение порожних пробегов вагонов на соответствующих участках полигона дороги (с ограничениями  $x_{ij} \geq 0$ ):

$$z = \frac{1}{a} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \theta_{\text{пор}}^{ij} x_{ij} \rightarrow \min. \quad (8)$$

Решение транспортной задачи линейного программирования для целевой функции (8) находится посредством соответствующего специализированного пакета системы аналитических вычислений. Найденное теоретическое наименьшее значение порожнего пробега вагонов составляет четверо суток и тем самым оказывается меньше планового значения на одни сутки.

**Постановка экономико-географической модели распределения вагонопотоков припортовой ТТС в конкурентных условиях:** на заданном полигоне припортовой железной дороги при известном грузопотоке, количестве железнодорожных станций погрузки (накопления вагонов) и портов назначения, расстояниях между станциями и портами назначения ( $L$ , км), стоимостями перевозок грузов ( $c(l) = p + q \cdot l$ , тыс. руб.), необходимо найти такой вариант рационального накопления и распределения вагонопотоков от станций погрузки до портов (станций выгрузки), при котором расходы на транспортировку грузов и порожний пробег вагонов будут минимальными:

$$\Pi(L) = \left[ \sum_{k=1}^n (p_k^{\text{ГП}} + q_k^{\text{ГП}} \cdot L_{\text{ГЕМ}}^*) + \sum_{j=1}^m q_j^{\text{ПОП}} \cdot L_{\text{ГММ min}}^* \right] \rightarrow \min, \quad (9)$$

где  $p_k^{\text{ГП}}$  – затраты на начально-конечные грузовые операции в аналитическом выражении стоимости перевозки,  $q_k^{\text{ГП}}$  – расходы на движенические операции в груженом рейсе,  $q_j^{\text{ПОП}}$  – расходы на движенические операции в порожнем рейсе,  $L_{\text{ГЕМ}}^*$  – длина участка полигона дороги (геометрическая евклидова модель полигона (ГЕМ)),  $L_{\text{ГММ min}}^*$  – геометрическая маршрутизационная модель (ГММ) полигона;  $k = 1 \dots n$ ;  $j = 1 \dots m$ ;  $L_{\text{ГЕМ}}^* = \varphi(L)$ .

При ограничениях:  $0 \leq L_{\text{ГЕМ}}^* \leq L_{\text{ГММ min}}^*$ ;  $p_k > 0$ ;  $q_k > 0$ ;  $q_j > 0$ ; ( $k_1 \neq k_2$ ).

С введением на плоской географической карте (рисунок б) декартовой системы координат уравнение линии, разделяющей «территорий влияния»





ных ближе всего к линиям раздела «территорий влияния» между рассматриваемыми станциями накопления вагонов. В результате получается геометрическая маршрутизационная модель разграничения вагонопотоков (ГММ).

На основе разработанной экономико-географической модели сформулирован алгоритм распределения порожних вагонопотоков (рисунок 6) и разработан программный комплекс «разграничения транспортного рынка» подвижного состава по видам грузовых перевозок в программной среде *Java* с применением технологии *JavaFX* (рисунок 7).

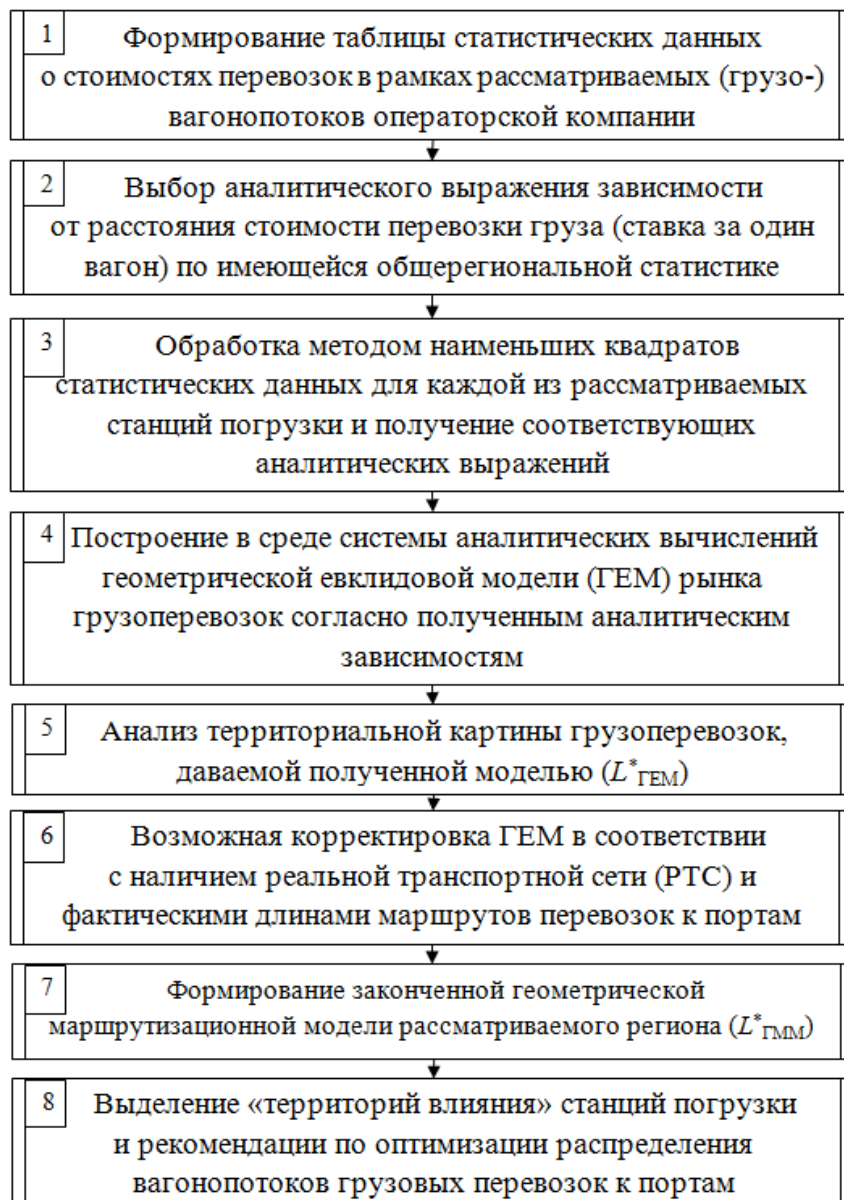


Рисунок 6 – Алгоритм моделирования грузоперевозок операторской компании

**В четвертой главе** «Исследование системы распределения припортовых вагонопотоков на принципах экономико-географической маршрутизации» рассмотрены особенности олиго(дуо)польного рыночного взаимодействия компаний-операторов подвижного состава, а также выполнена апробация распределения вагонопотоков операторских компаний на разработанных принципах экономико-географической маршрутизации на примере южной части СКЭР в

рамках деятельности АО «ПГК», на примере западной части СКЭР в рамках деятельности АО «ФГК» (рисунок 8), а также на примере транспортной системы Балтийского бассейна в рамках деятельности АО «ПГК», на примере западной части СКЭР в рамках деятельности филиала ПАО «ТрансКонтейнер» на СКЖД. Определен экономический эффект от использования разработанного метода распределения вагонопотоков в припортовой ТТС (таблица 6). Получено сокращение времени оборота вагона (общий рейс) на 0,2–0,5 сут, что составляет от 29,3 до 190,9 млн руб. в зависимости от объемов работы компании. Улучшен показатель использования вагонного парка – производительность вагона – на 5–8 %.

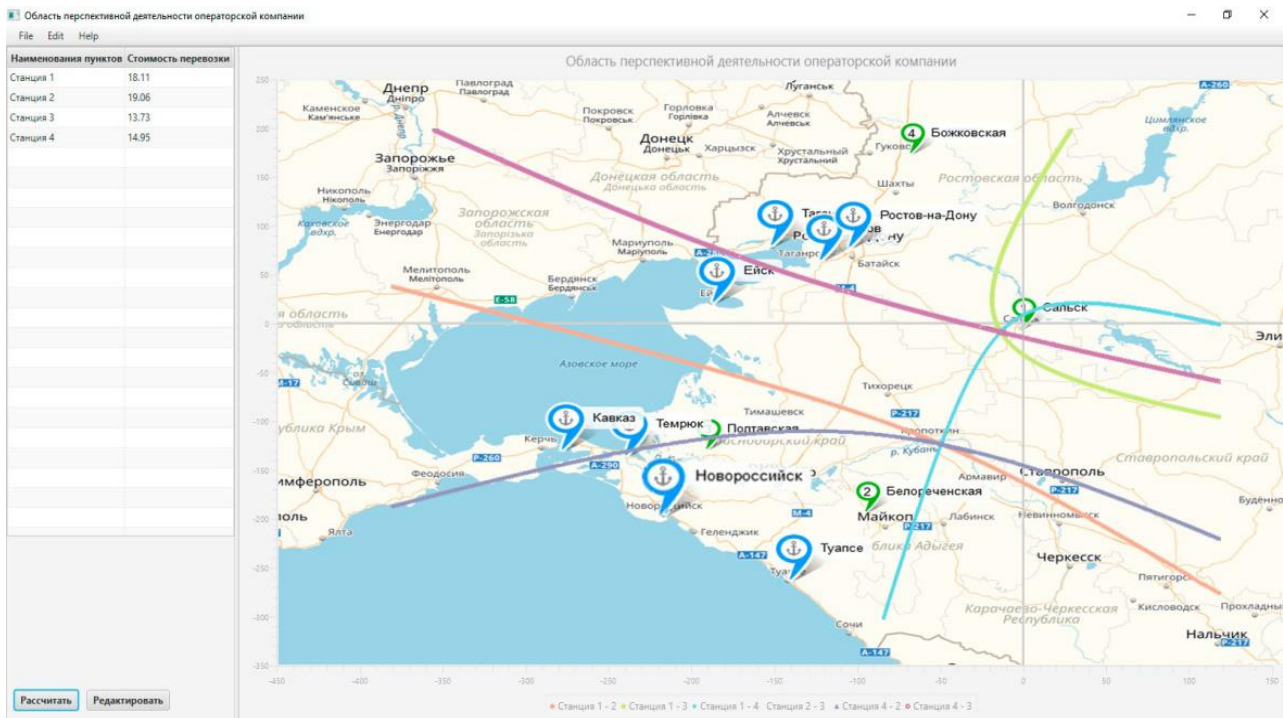
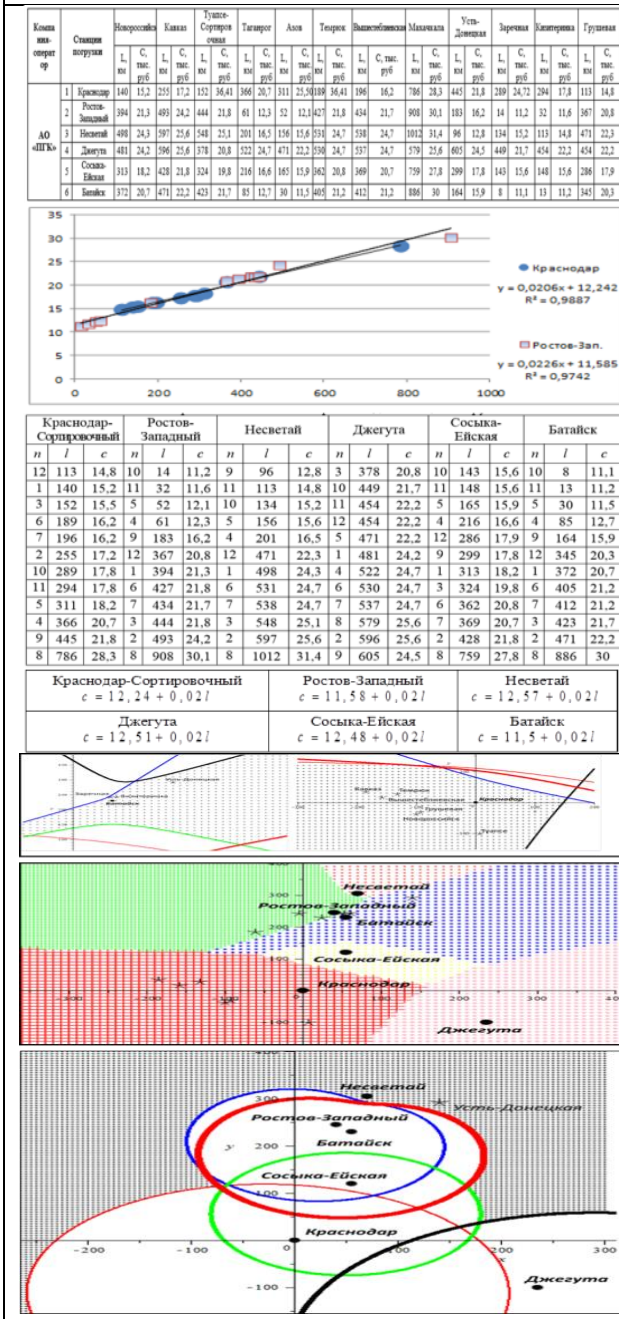


Рисунок 7 – Программный комплекс рационального распределения вагонопотоков

Таблица 6 – Результаты распределения припортовых вагонопотоков на принципах экономико-географической маршрутизации

№ п/п	Показатели	Компания-оператор	Результаты	
			Плановые	Прогнозируемые
1	Сокращение времени оборота вагона (порожний рейс), сут	АО «ФГК»	5	4,5
		АО «ПГК»:		
		– СКЭР	4,8	4,4
		– Балтийский регион	4,2	3,9
2	Сокращение времени оборота вагона (общий рейс), сут	ПАО «ТрансКонтейнер»	4,4	4,2
		АО «ФГК»	10,6	10,1
		АО «ПГК»:		
		– СКЭР	9,9	9,4
3	Улучшение показателей использования вагонного парка (производительность вагона)	– Балтийский регион	9,86	9,49
		ПАО «ТрансКонтейнер»	9,8	9,18
		АО «ФГК»	34 425	32 850 (+4,5 %)
		АО «ПГК»:		
		– СКЭР	34 500	34 914 (+1,2 %)
		– Балтийский регион	36 660	37 036 (+1,1 %)
		ПАО «ТрансКонтейнер»	32 550	32 844 (+0,9 %)

## Транспортная система СКЭР в сфере деятельности АО «ЛПК»



## Транспортная система СКЭР в сфере деятельности АО «ФГК»

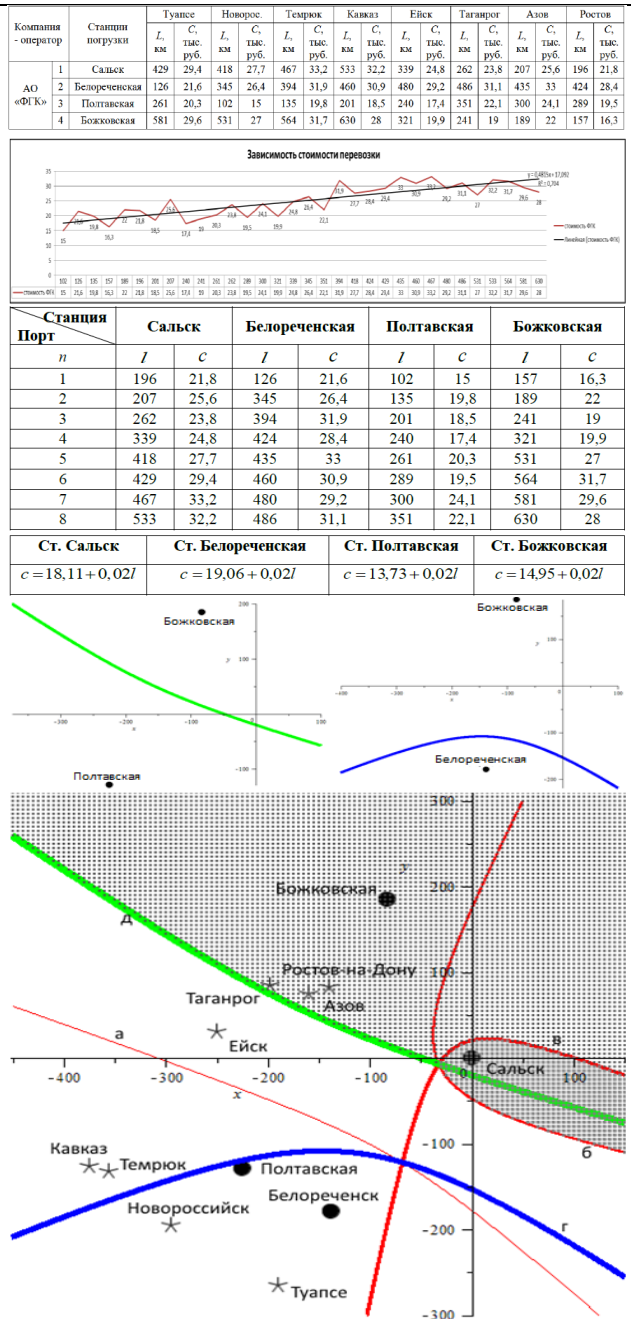


Рисунок 8 – Региональные области накопления припортовых вагонопотоков на принципах экономико-географической маршрутизации

## ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

В результате выполненных исследований получены научно обоснованные рекомендации по рациональному распределению вагонопотоков в региональной припортовой транспортно-технологической системе:

1 Исследованы грузо- и вагонопотоки на полигоне СКЖД в адрес припортовых станций и портов Азово-Черноморского бассейна с учетом международных транспортных коридоров, пролегающих по территории СКЭР. Рассмотрены операторские компании, работающие на полигоне СКЖД, представлены их класси-

фикационные признаки. Определены проблемные вопросы в инфраструктурно-технологическом взаимодействии грузоперевозчиков в припортовой транспортной системе, что подтверждает необходимость повышения эффективности управления железнодорожными перевозками. Сформирована сводная диаграмма транспортно-технологических решений по повышению клиентоориентированности и конкурентоспособности компании-оператора. Таким образом, наблюдается зависимость системы организации припортовой ТТС от структуры рынка операторских компаний, динамики грузовой базы и системы организации вагонопотоков.

2 Исследованы отечественные и зарубежные методы и модели, формализующие конфигурацию транспортной сети с ее пропускными и перерабатывающими способностями, экономические (рыночные) механизмы регулирования показателей работы операторских компаний. Выбраны в качестве перспективных модели, учитывающие конкуренцию в теории принятия управленческих решений, для развития методов распределения вагонопотоков.

3 Развита методика распределения порожних вагонопотоков припортовых ТТС в конкурентных условиях на принципах экономико-географической модели, дающей территориальную картину рационального разграничения вагонопотоков в регионе, для чего разработаны геометрическая евклидова модель полигона дороги (ГЕМ), геометрическая маршрутизационная модель (ГММ) и процедура очерчивания «территорий влияния» станций погрузки-выгрузки кривыми 2-го и 4-го порядков, включающие факторы оценки рыночного уровня транспортного производства операторской компании с применением модифицированной интегральной функции, а также КТЭ железнодорожных участков полигона припортовой дороги в сфере работы операторской компании. Значения КТЭ составили 0,39–0,59 для однопутных участков, 0,6–0,79 для двухпутных участков, 0,8–0,98 для двухпутных и многопутных участков со значительными размерами движения.

4 Разработаны алгоритм и программный комплекс оценки эффективности распределения подвижного состава операторской компании на полигоне припортовой железной дороги в конкурентных условиях на основе программной платформы *Java* с применением технологии *JavaFX*.

5 Выполнена апробация распределения вагонопотоков на примере транспортной системы Балтийского бассейна в рамках деятельности АО «ПГК», на примере западной части СКЭР в рамках деятельности филиала ПАО «ТрансКонтейнер» на СКЖД, на примере южной части СКЭР в рамках деятельности АО «ПГК», на примере западной части СКЭР в рамках деятельности АО «ФГК». Определена экономическая эффективность распределения вагонопотоков на принципах экономико-географической маршрутизации, связанная с сокращением времени оборота вагона на 0,2–0,5 сут, что составляет от 29,3 до 190,9 млн руб. в зависимости от объемов работы компании.

В качестве рекомендаций по результатам выполненного исследования следует указать:

1 Перспективы дальнейшей разработки темы диссертационной работы связаны с развитием методологии эффективного распределения видов подвижного состава операторских компаний на системных принципах, объединяющих конфигурацию транспортной сети с ее пропускными и перерабатывающими способно-

стями, экономическими механизмами регулировки, модели конкуренций и теории принятия управленческих решений.

2 Метод распределения вагонопотоков припортовой ТТС на основе экономико-географической модели возможно использовать для распределения подвижных единиц других видов наземного транспорта, что требует обработки большого объема информации. Для взаимодействующих видов транспорта следует сформировать электронную базу данных схем полигонов и их показателей с целью создания программного комплекса оценки эффективности распределения подвижного состава.

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

***Научные работы, опубликованные в изданиях, рекомендованных ВАК, и в международных базах данных:***

1 Методы прогрессивного распределения порожних вагонопотоков в припортовой транспортно-технологической системе / О.Н. Числов, В.А. Богачев, В.М. Задорожний, Т.В. Богачев // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2015. – № 4(60). – С. 92–103.

2 Распределение вагонопотоков операторской компании в припортовых транспортных узлах методом экономико-географического разграничения / О.Н. Числов, В.А. Богачев, В.М. Задорожний, Т.В. Богачев // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2016. – № 3(48). – С. 302–313.

3 Экономико-географическая модель управления контейнерными перевозками в железнодорожной припортовой транспортно-технологической системе / О.Н. Числов, В.А. Богачев, В.М. Задорожний, Т.В. Богачев // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. – 2017. – № 4(36). – С. 12–22.

4 Economic-geographical method delimiting wagon flows in the region considered: model and algorithm / O.N Chislov, V.A. Bogachev, V.M. Zadorozhniy, T.V. Bogachev // Transport Problems. – 2018. – Vol. 14, No. 2. – P. 39–48.

***Статьи в профессиональных журналах, научных сборниках, доклады на научных конференциях и другие публикации:***

5 Железнодорожные узлы: схемные решения, транспортная работа и их оценка : моногр. / О.Н. Числов, В.В. Хан, В.М. Задорожний, Н.М. Магомедова ; ФГБОУ ВО РГУПС. – Ростов н/Д, 2016. – 229 с.

6 Задорожний, В.М. Анализ степени использования подвижного состава операторских компаний на полигоне Северо-Кавказской железной дороги / В.М. Задорожний // Современные аспекты транспортной логистики : сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф. – Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2014. – С. 127–132.

7 Задорожний, В.М. Роль операторских компаний в продвижении мультимодального грузопотока основных транспортных коридоров юга России / В.М. Задорожний // Транспорт-2014 : тр. Междунар. науч.-практ. конф. Ч. 1. Технические и экономические науки. – Ростов н/Д : ФГБОУ ВПО РГУПС, 2014. – С. 33–36.

8 Задорожний, В.М. Организация работы операторских компаний в системе южнопортовых транспортных коридоров / В.М. Задорожний // Современные концепции научных исследований : сб. науч. раб. – М., 2014. – С. 142–146.

9 Задорожний, В.М. Методы распределения грузопотоков в условиях конкуренции видов транспорта / В.М. Задорожний // Труды Ростовского

государственного университета путей сообщения. – 2014. – № 2(27). – С. 44–49.

10 Задорожний, В.М. Анализ системы управления порожними вагонопотоками в современных условиях / В.М. Задорожний // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2015. – № 4(33). – С. 42–51.

11 Задорожний, В.М. Организация управления порожними вагонопотоками на полигоне операторской компании / В.М. Задорожний // Перспективы развития и эффективность функционирования транспортного комплекса юга России : тр. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию РГУПС. Ч. 3. – Ростов н/Д : ФГБОУ ВПО РГУПС, 2015. – С. 38–41.

12 Задорожний, В.М. Транспортно-технологические процессы операторской компании в организации мультимодальных перевозок / В.М. Задорожний // Транспорт-2015 : тр. Междунар. науч.-практ. конф. Ч. 1. Технические и экономические науки. – Ростов н/Д : ФГБОУ ВПО РГУПС, 2015. – С. 97–100.

13 Задорожний, В.М. Актуальные вопросы управления порожними вагонопотоками припортовых транспортно-технологических систем / В.М. Задорожний // Развитие инфраструктуры и логистических технологий в транспортных системах (РИЛТТРАНС-2015) : сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф. – СПб. : ПГУПС, 2015. – С. 78–85.

14 Задорожний, В.М. Модель распределения вагонопотоков операторской компании в транспортных узлах в условиях олигополии / В.М. Задорожний // Транспортные системы: тенденции развития : тр. Междунар. науч.-практ. конф. – М. : МИИТ, 2016. – С. 383–386.

15 Числов, О.Н. Методы нормирования показателей подвижного состава операторской компании в направлении южнороссийских портов / О.Н. Числов, В.М. Задорожний // Транспорт-2016 : тр. Междунар. науч.-практ. конф. – Ростов н/Д : ФГБОУ ВО РГУПС, 2016. – С. 60–64.

16 Числов, О.Н. Вариант моделирования транспортного рынка контейнерных перевозок / О.Н. Числов, В.М. Задорожний // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2016. – № 5. – С. 116–119.

17 Задорожний, В.М. Разработка программного комплекса рационального распределения вагонопотоков на полигоне припортовой железной дороги / В.М. Задорожний // Транспорт и логистика: инновационное развитие в условиях глобализации технологических и экономических связей : сб. науч. тр. – Ростов н/Д : ФГБОУ ВО РГУПС, 2017. – С. 115–118.

18 Задорожний, В.М. Методы анализа и оценки рынка оперирования подвижным составом (на примере юга России) / В.М. Задорожний // Проблемы перспективного развития железнодорожных станций и узлов : междунар. сб. науч. ст. – Гомель : БелГУТ, 2017. – С. 95–102.

19 Задорожний, В.М. Формирование программного научного комплекса распределения вагонопотоков в припортовой транспортно-технологической системе / В.М. Задорожний // Транспорт: наука, образование, производство : сб. науч. тр. Т. 1. Технические науки. – Ростов н/Д : ФГБОУ ВО РГУПС, 2017. – С. 33–36.

20 Задорожний, В.М. Экономико-географическое моделирование территориального рынка припортовых грузовых перевозок / В.М. Задорожний, В.В. Хан // Современное развитие науки и техники : сб. науч. тр. Всерос. нац. науч.-практ. конф. – Ростов н/Д : ФГБОУ ВО РГУПС, 2017. – С. 130–133.

21 Вариант решения задачи об оптимизации распределения порожних вагонопотоков в припортовых транспортных системах / О.Н. Числов, В.А. Богачев, В.М. Задорожний, Т.В. Богачев // Современные проблемы проектирования, применения и безопасности информационных систем : сб. тр. XVII Межрегион. науч.-практ. конф. – Ростов н/Д : РИНХ, 2017. – С. 146–152.

22 Задорожний, В.М. Системы аналитических вычислений в решении задачи распределения операторского подвижного состава на припортовых грузовых станциях / В.М. Задорожний, В.А. Богачев, Т.В. Богачев // Транспорт и логистика: инновационная инфраструктура, интеллектуальные и ресурсосберегающие технологии, экономика и управление : сб. науч. тр. – Ростов н/Д : ФГБОУ ВО РГУПС, 2018. – С. 256–258.

23 Программный научный комплекс управления припортовыми вагонопотоками / В.М. Задорожний, Т.В. Богачев, Ю.В. Давыдов, Г.Д. Дагладиян // Транспорт и логистика: инновационная инфраструктура, интеллектуальные и ресурсосберегающие технологии, экономика и управление : сб. науч. тр. – Ростов н/Д : ФГБОУ ВО РГУПС, 2018. – С. 259–261.

24 Задорожний, В.М. Методы повышения экономической эффективности грузоперевозок региональной операторской компании / В.М. Задорожний // Транспорт: наука, образование, производство : сб. науч. тр. Т. 1. Технические и экономические науки. – Ростов н/Д : ФГБОУ ВО РГУПС, 2018. – С. 20–23.

25 Methods of managing the railway rolling stock of the operator's company on the principles of economic and geographical delimiting / O.N Chislov, V.A. Bogachev, V.M. Zadorozhniy, T.V. Bogachev, O.I. Demchenko, V.V. Khan // Transport Problems-2018 : Proceedings VII International Symposium of Young Researchers. – Katowice, Poland : SUT, 2018. – P. 793–798.

**Личный вклад соискателя.** Основные положения и результаты исследований самостоятельно получены автором. Статьи [6–14, 17–19, 24] подготовлены единолично. Личный вклад автора в работах, опубликованных в соавторстве: [1–5, 15, 16, 20–23, 25] – постановка задач исследований, проведение расчетов, обработка и обобщение полученных результатов.

**Задорожний Вячеслав Михайлович**

**РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОРОЖНИХ ВАГОНПОТОКОВ  
ПРИПОРТОВОЙ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ  
В КОНКУРЕНТНЫХ УСЛОВИЯХ**

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Подписано в печать \_\_. \_\_. \_\_. Формат 60×84/16.  
Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл.-печ. л. 1,39.  
Тираж 100 экз. Заказ № \_\_\_\_\_

Редакционно-издательский центр ФГБОУ ВО РГУПС.

---

Адрес университета: 344038, г. Ростов-на-Дону, пл. Ростовского Стрелкового Полка  
Народного Ополчения, д. 2.