

РОСЖЕЛДОР
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Ростовский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО РГУПС)

На правах рукописи

Кравец Александра Сергеевна

РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
ПРЕДПРИЯТИЙ В РЕГИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ ТРАНСПОРТИРОВКИ
НАСЫПНЫХ ГРУЗОВ

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

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель:
доктор технических наук,
доцент Числов Олег Николаевич

Ростов-на-Дону

2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПЕРЕВОЗОК НАСЫПНЫХ ГРУЗОВ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ.....	11
1.1 Развитие транспортно-технологических систем насыпных грузов на юге России.....	11
1.2 Принципы формирования региональных транспортно-грузовых кластеров	33
1.3 Критерии и факторы оценки взаимодействия видов транспорта при перевозках насыпных грузов.....	41
1.4 Логистические концепции и формы транспортного обслуживания перевозок насыпных грузов.....	44
1.5 Проблемы и перспективы повышения эффективности транспортно- технологического взаимодействия в мультимодальных системах перевозок насыпных грузов.....	56
Выводы по первой главе.....	60
2. МОДЕЛИ ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНЫХ ФОРМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГРУЗОПОТОКОВ НАСЫПНЫХ ГРУЗОВ В ПРИПОРТОВЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ	62
2.1 Концептуальная модель формирования региональных транспортно- грузовых кластеров	62
2.2 Экономико-математическая модель выбора рационального варианта распределения припортовых грузопотоков насыпных грузов.....	75
2.3 Погрузочные и портовые кластеры в транспортных схемах перевозок насыпных грузов.....	84
2.4 Оценка транспортно-технологических схем перевозок насыпных грузов на принципах мультиагентности.....	87
Выводы по второй главе.....	89

3. РАЗВИТИЕ МОДЕЛЬНО-МЕТОДИЧЕСКИХ ФОРМ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК НАСЫПНЫХ ГРУЗОВ.....	91
3.1 Алгоритм реализации эффективных форм транспортного взаимодействия при организации перевозок насыпных грузов в адрес южнороссийских портов	91
3.2 Программный комплекс моделирования транспортно-технологического взаимодействия в системах распределения насыпных грузов.....	94
3.3 Формирование распределительно-накопительных кластеров насыпных грузов на полигоне припортовой железной дороги (на примере СКЖД)	114
3.4 Оценка экономической эффективности распределения припортовых грузопотоков насыпных грузов с учетом принципов мультиагентности	128
Выводы по третьей главе.....	139
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	141
Список сокращений и условных обозначений.....	143
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	144
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	165
Приложение 1.....	165
Приложение 2.....	173
Приложение 3.....	190
Приложение 4.....	193

Введение

Актуальность темы исследования. Российская Федерация в силу географических особенностей находится на пересечении важнейших международных направлений грузопотоков, что определяет ее приоритеты в развитии транспортной инфраструктуры, необходимость развития технологий организации перевозочного процесса, особенно в сегменте экспортных перевозок. Увеличение доли в экспорте насыпных грузов требует поиска и реализации эффективных транспортно-технологических схем развития этого сегмента перевозок с использованием потенциала видов транспорта, особенно железнодорожного.

В структуре экспорта России (2017–2018 гг.) продовольственные товары и сельскохозяйственное сырье составляют около 6 %, и наблюдается положительная динамика. Группа навалочных грузов включает в свою очередь существенную часть экспортных потоков зерновых грузов, угля и химических грузов (в частности, минеральных удобрений).

Среди особенностей функционирования систем транспортировки насыпных грузов выделены аспекты, определяющие актуальность исследования:

- рост объема экспортных перевозок насыпных грузов, определенных в ряду приоритетов Стратегических программ развития РФ;
- специфика перевозок насыпных грузов, определенная необходимостью наличия специальных предприятий и терминалов в местах погрузки, выгрузки и перевалки, а также необходимостью их консолидации;
- необходимость взаимодействия видов транспорта при перевозках насыпных грузов, что обосновано особенностями схем транспортировки.

В этих условиях необходимы и актуальны разработки новых подходов и методов технологического взаимодействия предприятий в региональных системах транспортировки насыпных грузов на основе совершенствования производственно-транспортно-складских процессов и систем распределения грузопотоков.

Степень разработанности темы исследования. Значительный вклад в развитие теории проектирования транспортных систем и совершенствования их функционирования внесли известные отечественные ученые и специалисты: В.М. Акулиничев, В.В. Багинова, В.Д. Верескун, Е.В. Казанский, Т.Н. Каликина, Л.В. Канторович, М.В. Колесников, Е.К. Коровяковский, А.Г. Котенко, Б.А. Левин, С.В. Милославская, Л.Б. Миротин, В.Н. Морозов, О.В. Москвичев, В.Я. Негрей, В.М. Николашин, В.Н. Образцов, Ю.О. Пазойский, В.А. Персианов, Э.А. Позамантир, Н.В. Правдин, С.М. Резер, П.Б. Романова, А.А. Смехов и др.

Методы повышения эффективности взаимодействия различных видов транспорта рассмотрены в трудах А.С. Балалаева, А.П. Батурина, А.Ф. Бородина, С.Ю. Елисеева, И.А. Елового, В.Н. Зубкова, П.А. Козлова, В.В. Костенко, А.Ф. Котляренко, П.В. Куренкова, В.А. Макеева, Э.А. Мамаева, А.Н. Рахмангулова, П.К. Рыбина, Ф.И. Хусаинова, О.Н. Числова и др.

Вопросам повышения качества работы транспортных систем за счет оптимизации распределения грузопотоков посвящены работы О.И. Авена, Б.И. Алибекова, В.Г. Галабурды, И.П. Гордона, М.И. Денисова, А.Т. Осьминина и др.

Анализ научных исследований и опыта перевозок насыпных грузов в ведущих зарубежных странах-экспортерах (США, Канада, Австралия, Китай, Аргентина, Австралия и др.) также показывает наличие ряда проблем и разрабатываемых путей их решения по выбору эффективных схем транспортировки, концентрации местоположения районов производства и складирования грузов. Научные разработки данной области представлены работами известных зарубежных ученых и логистов: Т. Гулея, Г. Поттгоффа, Г. Ричардсона, А. Робинсона, Л. Форда, Ф. Хейта и др.

Вместе с тем, современные особенности взаимодействия участников перевозок массовых насыпных грузов требуют учета новых аспектов: мультиагентности транспортных процессов, клиентоориентированности технологий, специфики консолидации, хранения и транспортировки насыпных грузов и др. Конкурентная транспортная среда, развитие логистических

технологий, взаимоучет коммерческих интересов участников перевозочного процесса определяют необходимость совершенствования методов выбора рациональных форм транспортно-технологического взаимодействия.

Целью диссертационной работы является развитие методов проектирования, организации и управления транспортно-технологического взаимодействия предприятий в региональных системах транспортировки массовых насыпных грузов на основе повышения эффективности систем управления распределением грузопотоков и рациональной загрузки припортовой региональной инфраструктуры.

Для достижения указанной цели потребовалось решить следующие **задачи**:

1. Выполнить анализ современного состояния отечественного и зарубежного научного опыта в области проектирования, организации и управления транспортировкой насыпных грузов в региональных транспортно-технологических системах (ТТС);

2. Провести анализ технологии взаимодействия региональных субъектов транспортного рынка при экспортных перевозках насыпных грузов с участием различных видов транспорта;

3. Разработать концепцию, аппарат кластеризации региональных припортовых транспортно-грузовых систем организации перевозок насыпных грузов;

4. Построить экономико-математическую модель распределения грузопотоков насыпных грузов в ТТС при реализации схем поставок с участием нескольких видов транспорта в условиях мультиагентного транспортного рынка на основе метода кластеризации и многокритериальной оптимизации;

5. Исследовать варианты распределения грузопотоков насыпных грузов в региональной ТТС с учетом рационального использования портовой инфраструктуры и мультиагентности транспортного процесса на основе авторского программного комплекса.

Объектом исследования являются региональные транспортно-технологические системы (ТТС), управления перевозками насыпных грузов в адрес

портов с учетом взаимодействия видов транспорта и повышения конкурентоспособности транспортных услуг.

Предмет исследования – теоретико-методические подходы функционирования систем организации и управления перевозками массовых насыпных грузов в региональных припортовых ТТС, транспортно-технологические схемы перевозок насыпных грузов в международном сообщении, логистические методы мультиагентного взаимодействия.

Диссертация выполнена в рамках пунктов п.1 «Транспортные системы и сети страны, их структура, технологии работы. Оптимальная структура подвижного состава», п.3 «Транспортная логистика», п.4 «Технологии перевозок различными видами транспорта, мультимодальные перевозки; международные и транзитные перевозки», п.5 «Организация и технология транспортного производства. Управление транспортным производством. Оптимизация размещения транспортных предприятий и производств» паспорта научной специальности ВАК 05.22.01 – «Транспортные и транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте».

Теоретико-методологической основой являются научные работы ученых в области организации и управления транспортно-технологическими системами, методы кластеризации, методы экономико-математического моделирования, математической статистики, 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:

1. Методика моделирования технологического взаимодействия предприятий на принципах кластеризации и управления перевозками массовых насыпных грузов, учитывающих фактор мультиагентности, направленные на повышение конкурентоспособности видов транспорта и отечественной продукции.

2. Система критериев оценки функциональных возможностей региональной транспортно-складской системы на основе нового показателя динамики грузовой массы, что позволяет повысить эффективность накопления и продвижения грузопотока.

3. Экономико-математическая модель распределения припортовых грузопотоков массовых насыпных грузов на основе развития метода кластеризации и многокритериальной параметризации, учитывающая мультиагентность перевозочного процесса и использование региональной производственно-транспортно-складской инфраструктуры.

Научная новизна диссертационной работы.

1. Развита методика оценки элементов региональной транспортно-технологической системы как накопительно-распределительных систем для транспортировки массовых насыпных грузов на основе показателя динамики грузовой массы, направленная на увеличение объема и эффективности продвижения грузопотоков в адрес портов;

2. Разработана методика кластеризации элементов инфраструктуры припортовых транспортно-технологических систем с консолидированным рассмотрением погрузочного и портового кластеров, позволяющая получить синергетический эффект от организации и управления транспортировкой насыпных грузов различными видами транспорта в рамках мультимодальной перевозки;

3. Разработана многокритериальная экономико-математическая модель, алгоритм и программный комплекс управления транспортировкой массовых насыпных грузов в регионе, позволяющие учитывать временные и экономические параметры мультимодальной перевозки, разнообразие интересов участников перевозочного процесса при реализации схем перевозок в условиях роста объема перевозок грузов.

4. На основе интегрального показателя качества технологического взаимодействия предприятий в транспортно-технологических системах транспортировки грузов предложены новые схемы рационального распределения

региональных грузопотоков насыпных грузов в адрес портов Азово-Черноморского бассейна.

Теоретическая и практическая значимость работы состоит в разработке экономико-математической модели, методов и алгоритмов для решения задачи управления региональными транспортными системами в части технологии перевозок массовых насыпных грузов различными видами транспорта, а также при их взаимодействии, учитывая клиентоориентированность, мультиагентность и мероприятия по повышению конкурентоспособности видов транспорта.

Апробация работы. Основные положения диссертационного исследования докладывались на международных научно-практических конференциях: «Актуальные проблемы развития транспортного комплекса», г.Самара, 2008 г.; «Актуальные проблемы развития железнодорожного транспорта», г.Ростов-на-Дону, 2009 г.; «Проблемы и перспективы развития транспортного комплекса», г.Ростов-на-Дону, 2009 г.; «Наука и образование транспорту», г.Самара, 2009 г., 2010 г., 2019 г.; «Транспорт: наука, образование, производство» («Транспорт»), г.Ростов-на-Дону, 2009 – 2016 гг., 2019 г.; «Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте», г.Одесса, 2010 г.; «Перспективы развития и эффективность функционирования транспортного комплекса Юга России», г.Ростов-на-Дону, 2014 г.; «МехТрибоТранс», г.Ростов-на-Дону, 2016 г.; «Транспорт: наука, образование, производство», г.Ростов-на-Дону, 2017 г.; «Транспорт и логистика: инновационная инфраструктура, интеллектуальные и ресурсосберегающие технологии, экономика и управление», г.Ростов-на-Дону, 2018 г.; «Транспорт и логистика: стратегические приоритеты, технологические платформы и решения в глобализованной цифровой экономике», г.Ростов-на-Дону, 2019 г.; «Transport Systems. Theory and Practice» (TSTP2019), г.Катовице, Польша, 2019 г.; «Развитие инфраструктуры и логистических технологий в транспортных системах» (РИЛТТРАНС-2019), г.Санкт-Петербург, 2019 г.; «Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России» («ТрансПромЭк-2019»), г.Ростов-на-Дону, 2019 г.; заседаниях кафедр «Управление эксплуатационной работой» ФГБОУ ВО УрГУПС (г. Екатеринбург),

«Станции и грузовая работа», «Управление эксплуатационной работой» ФГБОУ ВО РГУПС (г. Ростов-на-Дону).

Внедрение результатов работы. Результаты диссертационного исследования используются в работе Северо-Кавказского территориального центра фирменного транспортного обслуживания – филиала ОАО «РЖД»; Северо-Кавказской Дирекции управления движением – филиала ОАО «РЖД» в учебном процессе при разработке учебно-методических комплексов для студентов по дисциплинам: «Взаимодействие видов транспорта», «Управление грузовой и коммерческой работой», «Управление эксплуатационной работой», «Организация работы экспедиторских фирм»; в научно-исследовательской работе ФГБОУ ВО «Ростовский государственный университет путей сообщения». Также результаты исследования были использованы в деятельности ООО «ЮРПРОФИ центр», ООО «Ростовский КХП».

Публикации. Основное содержание диссертации и результаты исследования опубликованы в 37 научных работах общим объемом 9,44 п.л. (авторских – 5,58 п.л.), в том числе 5 статей в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации, 1 публикация в издании, включенном в базу данных Web of Science и Scopus.

Структура и объем работы определены целью и задачами, поставленными и решенными в ходе исследования. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, библиографического списка из 185 наименования и 4 приложений. Работа изложена на 164 страницах основного текста, содержит 48 рисунков, 49 таблиц.

1. ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПЕРЕВОЗОК НАСЫПНЫХ ГРУЗОВ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

1.1 Развитие транспортно-технологических систем насыпных грузов на юге России

Развитие российской экономики, региональных территорий и агломераций является неотъемлемой частью социальной стабильности в стране и зависит от устойчивой и ритмичной работы транспорта. Несмотря на то, что перевозки в России осуществляются в условиях довольно жесткой конкуренции, железнодорожным транспортом выполняется более 46 % всего грузооборота (без учета трубопроводного транспорта – 87 %) и 24 % от всего пассажирооборота. При этом наблюдается рост грузооборота, осуществляемого железнодорожным транспортом, который возникает в связи с изменениями в географии перевозок, грузовой базе и структуре грузопотоков. Увеличение мощности добычи каменного угля, расширение производств минеральных удобрений, высокие урожаи зерновых, а также благоприятные ценовые условия на мировом рынке определяют структуру экспортных грузопотоков в России [4,11,151].

Известно, что транспортно-технологические системы страны, кроме непосредственной транспортировки товаров, выполняют ряд важнейших для страны функций: экономическую, политическую, социальную, военную, роль которых подробно описана в [31,125].

Для создания эффективной конкурентоспособной транспортной системы необходимы три основные составляющие: конкурентоспособные высококачественные транспортные услуги; высокопроизводительные безопасные транспортные средства и транспортная инфраструктура; условия для повышения качества предоставляемых услуг [40].

Влияние характеристик транспортных услуг на функционирование регионов представлено в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Влияние характеристик транспортных услуг на функционирование регионов [102,132]

№ п/п	Характеристика транспортных услуг	Влияние показателя
1	Наличие транспортных путей	Способствует организации производств
2	Скорость транспортного сообщения	Повышает эффективность экономических связей (высвобождение оборотных средств предприятий)
3	Удешевление перевозок на магистральных видах транспорта	Позволят сблизить удаленные друг от друга регионы страны, укрепить территориальное единство страны и создать более благоприятные условия для реализации потенциальных экономических возможностей каждого региона
4	Регулярность и ритмичность транспортного обслуживания	Определяет уровень необходимых запасов продукции на складах грузополучателей, необходимых для поддержания непрерывности производства и снабжения населения
5	Безопасность и экологичность	Стабильность функционирования регионов и страны в целом

Хозяйственная специализация Северо-Кавказского экономического региона – это машиностроение (ОАО «Роствертол», ООО ПК «Новочеркасский электро-возостроительный завод» (НЭВЗ), ООО «Комбайновый завод «Ростсельмаш»»), пищевая, легкая (ЗАО «Корпорация «Глория Джинс»»), угольная, нефтехимическая (ОАО «Невинномысский Азот», ООО «Ставролен», ОАО «Арнест», ОАО «Каменскволокно»), цементная промышленность (ОАО «Новоросцемент», ЗАО «Кавказцемент», ОАО «Верхнебаканский цементный завод»), многоотраслевое сельскохозяйственное производство (ООО «Юг Руси», ОАО «Астон», ООО «Евродон», ОАО «Агрообъединение «Кубань»») и уникальный рекреационный комплекс.

В исторической ретроспективе на Юге России, благодаря благоприятным климатическим условиям, быстро развивающееся сельское хозяйство, наличие месторождений угля и развитие металлургической промышленности, а также наличие рек и морей, определило строительство железных дорог.

Строительство железной дороги на Северном Кавказе началось в 1861 году с прокладки линии от угольных копий к пристани в г.Аксае для перевозки угля по р.Дон. В результате стремительного строительства линий, объединения и национализации частных железных дорог, переименований и других, подверженным политическим, экономическим факторам причинам, образована Владикавказская железная дорога [50], в настоящее время - Северо-Кавказская железная дорога – филиал ОАО «РЖД», полигон которой рассматривается в рамках настоящей работы.

Перевозка зерна на экспорт, в основном, осуществлялась через черноморские порты Одесса, Мариуполь, Новороссийск. Важную роль при перевозке, как и сегодня, играла скорость доставки [51]. В конце XIX – начале XX вв. в портах были построены первые перегрузочные комплексы [47, 83].

В 1870–1890-х гг., под влиянием развития железнодорожного транспорта, обозначились новые центры внутренней и внешней торговли зерном вдоль магистральных путей сообщения, возле узловых железнодорожных станций, ведущее место в торговле хлебом заняли порты.

Через черноморские порты Российская империя экспортировала в начале XX века 3,5 млн т зерна. Перевозка хлеба в порт по железной дороге обходилась тогда почти в шесть раз дешевле по сравнению с гужевым транспортом [26,44,90,103].

С 1880-х гг. движение хлебных грузов в адрес морских портов Черного и Азовского морей и далее в страны Средиземноморья и Центральной Европы становится основным направлением перевозок зерновых. В 1895 г. перевозки хлеба на этом направлении составили 53 % общего грузооборота, а в начале XX в. (после 1902г.) выросли до 62 %.

В 1902 г. Председатель правления Общества Рязанско-Уральской железной дороги И.Е. Ададуров на совещании, посвященном сельскохозяйственной промышленности, обратил внимание на необходимость «упорядочения» перевозок хлеба [26]. Мотивом для рассмотрения этой проблемы в 1910 г. стала борьба с хлебной «неурядицей»: в сентябре 1909 г. около 60 тыс. вагонов в сутки тщетно

ждали отправки из-за отсутствия координации работы железных дорог и портов [53].

В 1940 г. импорт зерновых составил 35 млн т, а в 1953 г. сократился до 30 млн т. После Великой Отечественной войны, до 1958 г. производство зерна возрастало, в 1963 г. резко снизилось и составило 89 % к уровню 1913 г.

Зерновая проблема СССР усугубляется экспортом зерна в страны Восточной Европы, который в общем объеме с 1955 г. до 1963 г. составил 30 млн т. В то же время в 1963 г. СССР расходует 30 % своего запаса золота на импорт зерна. Таким образом, Россия, являвшаяся в 1913 г. лидером по экспорту зерна, к 1990 г. превратилась в лидера по импорту.

В 1994 г. начинается восстановление экспорта зерна из России. В 2001 г. объем экспорта зерна составлял 5 млн т, в 2002 г. – более 7 млн т, в 2003 г. – 15,8 млн т, в 1,5 раза превысив рекорд 1913 г., в 2007 г. – 12,6 млн т (17,7 % произведенного зерна), 2008-2009 г. – 23 млн т в год и соответственно 12,7 % и 22,8 % от производства, в 2010 г., несмотря на запрет экспорта пшеницы, ячменя, ржи и кукурузы с августа месяца, – 21,4 млн т (23 % от производства), в 2011 г. при снятии запрета на экспорт с 1.07 – 21,5 млн. т или 16 % от производства, в 2012 г. – 27,7 млн т. В 2020 г. по прогнозному плану развития экспорта зерна объем экспорта должен достигнуть 40 млн т (рисунок 1.1, таблица 1.2, приложение 1, таблица П1.1). Импортерами российского зерна являются 84 страны мира. В структуре экспортируемого зерна наибольшую долю составляет пшеница.

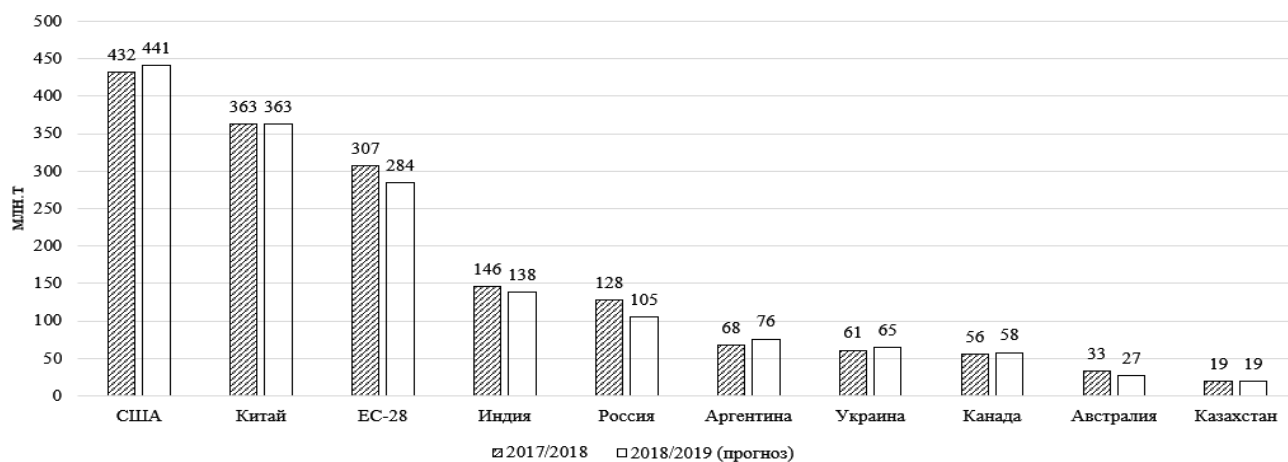


Рисунок 1.1 – Крупнейшие производители зерновых в мире

Топ-10 стран экспортеров зерна в 2017/2018

Страна-экспортер	2017/2018, тыс т	2018/2019, тыс т
Россия	41	32
США	24,5	30
ЕС-28	23,6	22,2
Канада	21,6	23,5
Украина	17,7	16,1
Австралия	14	10
Аргентина	13	14
Казахстан	8,4	8,5
Китай	1,2	1,1
Индия	0,5	0,3

Динамика грузооборота морских портов России и объемы перевалки зерна на экспорт представлена на рисунках 1.2 и 1.3.

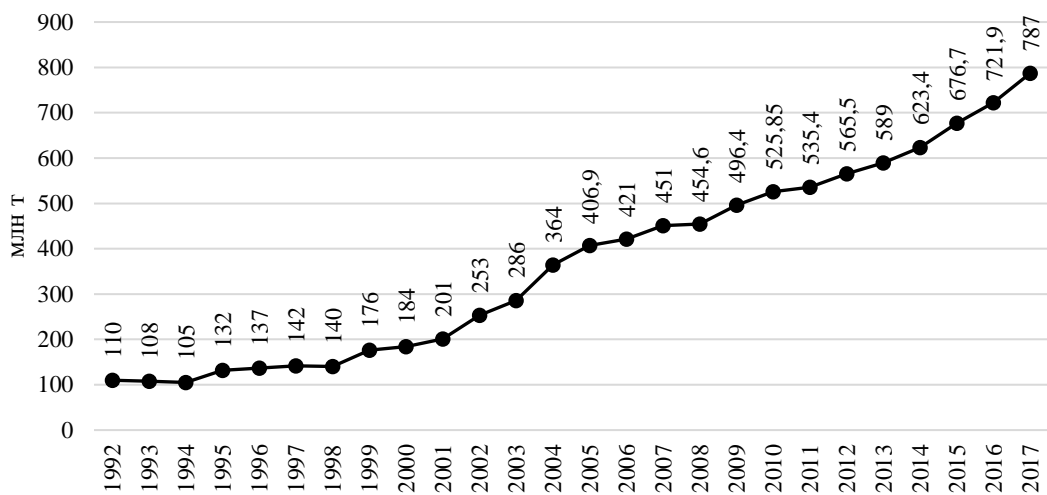


Рисунок 1.2 – Динамика грузооборота портов России [121]

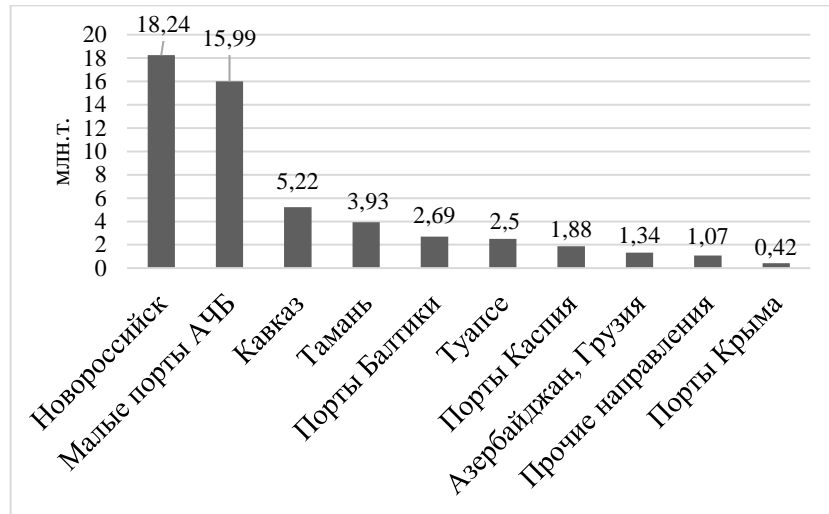


Рисунок 1.3 – Перевалка зерна на экспорт в 2017/2018 г.

В регионах, через которые проходят транспортные коридоры, сосредоточено более 80 % промышленного комплекса страны. Это позволяет судить о том, что важность развития региональных перевозок, а именно, доставка произведенных грузов до узловых пунктов коридора и отправка их на экспорт, очень важна [8, 66, 86,126,160]. При рассмотрении вопросов эффективности систем управления распределением региональных грузопотоков необходимо учитывать: во-первых, влияние, которое оказывает на указанные распределения конкурентная борьба между видами транспорта, при этом следует учитывать, что конкуренция имеет место также между субъектами перевозочного процесса внутри каждого из видов транспорта и даже между отдельными транспортными предприятиями; во-вторых, нельзя игнорировать вопросы, относящиеся к «зеленой» логистике, то есть, напрямую связанные с понятием социальной ответственности бизнеса [176]. При разработке схем доставки отправительских маршрутов с экспортируемыми насыпными грузами должны учитываться интересы основных участников перевозочного процесса (агентов) (табл. 1.3).

В настоящей работе под мультиагентностью понимается многообразие участников при осуществлении перевозочной деятельности каждый из которых выполняет особую, отличную от другого участника, функцию. Эгалитаризм, согласно работе Э.Мулена [101] – стремление уравнивать индивидуальные

полезности, исходя из принципа справедливости: к равноправным агентам должно быть равное отношение.

При переходе к мультиагентному рынку все агенты должны получить экономическую выгоду или, как минимум, не ухудшить свое экономическое положение. Анализ работ, посвященных исследованию вопроса эффективности перевозок [14,63,127,133,184], показал, что в современных условиях для всех участников перевозки эффект выражается в: выполнении срока доставки, снижении оборота подвижного состава, обеспечении ритмичности перевозок при взаимодействии нескольких видов транспорта. Все эти необходимые условия выполнения эффективной перевозки имеют временную сущность и в качестве основания экономической выгоды выступает время в различных проявлениях.

Таблица 1.3

Интересы участников перевозочного процесса

Агент перевозочного процесса	Вид производственно-транспортной деятельности	Область экономической выгоды	Параметр экономической выгоды	Показатель экономической выгоды
Клиент (генератор транспортной заявки)	Компания, занимающиеся производством и/или продаж	Доставка груза «точно в срок»	Время, $t \rightarrow \min$	Доходы $\rightarrow \max$ Расходы $\rightarrow \min$
Перевозчик (владелец инфраструктуры)	Компания, оказывающая непосредственное влияние на движение грузов, подвижного состава за счет управления движением на собственной инфраструктуре	Сокращение времени занятия инфраструктуры	Время, $t \rightarrow \min$	
Оператор	Компания – собственник подвижного состава	Сокращение времени использования подвижного состава	Время, $t \rightarrow \min$	
Координатор (логистическая компания)	Компании, основной деятельностью которых является предоставление экспедиторских, транспортных и логистических услуг.	Ритмичность перевозок, доставка груза «точно в срок»	Время, $t \rightarrow \min$	
Регулятор перевозки	Государственные институты, разрабатывающие нормативную базу, осуществляющие инвестирования масштабных инфраструктурных проектов и т.п. Учитывает социальные, экономические и экологические приоритеты, а также государственные/национальные интересы	Рациональное и эффективное функционирование транспортной сети	Соблюдение временных параметров исполнения норм и правил $t \rightarrow \min$	

Распределение экспортных грузопотоков в целом решает две основные экономические задачи: обеспечивает потребительную стоимость (полезность) пространства и времени [87]. Полезность пространства представляет собой степень, в которой транспортировка товаров (за вычетом понесенных на нее расходов) расширяет для них совокупный рынок. Полезность срока доставки можно определить как стоимость, приходящуюся на время, требуемое для того, чтобы товары достигли рынка. Таким образом, время – важный элемент равновесия. Транспорт обеспечивает полезность пространства, но без учета полезности времени, например, эффективное взаимодействия транспорта невозможно. Таким образом, для получения экономического эффекта необходимо рассматривать все возможные практические комбинации процессов перевозки и хранения с тем, чтобы обеспечить требуемый уровень полезности времени и пространства наиболее эффективным способом.

В настоящее время в России наблюдается относительно низкий уровень оснащенности терминально-логистической инфраструктурой, отвечающей современным требованиям грузовладельцев [113]. Одним из направлений решения этой проблемы является создание «сухих» портов [170].

В рамках формирования на сети ОАО «РЖД» вышеперечисленных «сухих портов» («железнодорожных портов») предполагается обслуживание не только отдельного морского порта, но и развитие тыловой инфраструктуры морского района в целом.

На сегодняшний день основной объем перевозок экспортных насыпных грузов приходится на глубоководные порты Новороссийск и Туапсе. Но, в силу различных причин они не справляются в «пиковые» периоды с заявленными грузоотправителями объемами, в связи с чем возникает ситуация отставления от движения поездов на дороге и, как следствие, загруженность инфраструктуры, что в свою очередь негативно влияет на эффективность работы железнодорожного транспорта в указанном регионе. Также, характерными для перевозок зерновых грузов являются сезонные всплески подачи заявок в 3-4 раза превышающие перерабатывающие способности

станций и неравномерная заадресовка порожнего подвижного состава под погрузку. Неравномерность вызвана скачками цен на зерновые на мировом рынке, которые сложно прогнозировать.

Известно, что универсальной методологии в распределении припортовых грузопотоков не существует. Наиболее востребованным считается подход, в основе которого заложена минимизация затрат всех участников перевозки. В современных условиях невозможно представить выбор того или иного вида перевозки грузовладельцем без ее экономического обоснования. Это значит, что имеет место необходимость рационального подхода в планировании перевозок не только внутри одного конкретного вида транспорта, но и с участием нескольких видов транспорта.

Другая проблема в том, что порты и терминалы, расположенные на их территории, подтверждают в свой адрес предъявляемые объемы, зачастую не обеспеченные подходом судов. Факты неритмичного подхода судов, срывы и переносы дат прибытия приводят к тому, что часто терминалы оказываются перегруженными [74].

Различные национальные запреты и эмбарго могут резко стимулировать вывоз российских товаров на экспорт [75].

Прогнозом экономического развития РФ определен рост объема российских транзитных перевозок через территорию ЮФО к 2025 г. в 3,4-6 раз, что обеспечит дополнительную нагрузку на морские порты, автомобильные и железные дороги (рисунки 1.4, 1.5, приложение 1, рисунок П1.1) [131].

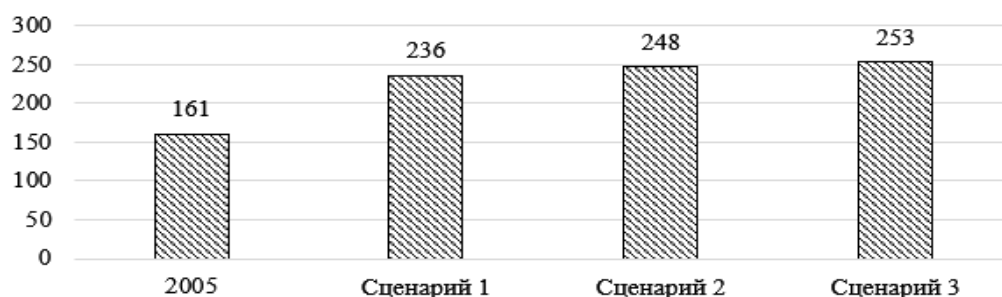


Рисунок 1.4 – Объем перевалки грузов в портах ЮФО в 2005 и 2025 годах, в трех сценариях, млн т

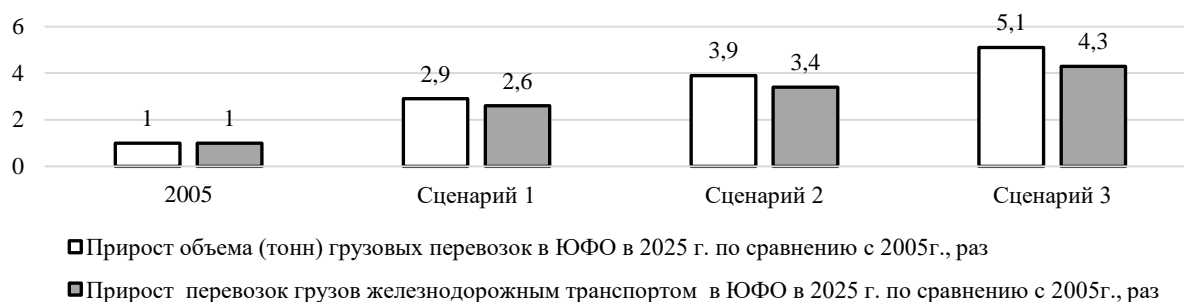


Рисунок 1.5 – Прирост объема грузовых перевозок (т) в ЮФО в 2025г. по сравнению с 2005г., раз

Дефицит портовых мощностей ЮФО к 2025 году может составить около 47 млн т (рисунок 1.6).



Рисунок 1.6 – Дефицит мощностей по перевалке грузов в портах ЮФО в 2025 году, в трех сценариях, млн т [131]

Перевозка насыпных грузов является стратегической задачей транспортной отрасли, т.к. большая их часть относится к категории социально значимых грузов (зерно, уголь и т.п.). Внутренний рынок зерновых РФ практически ограничен объемом потребления промышленными организациями, внешний, с практически неограниченной емкостью рынка. С учетом того, что на полигоне Северо-Кавказской железной дороги расположено большое количество малых и крупных портов, насыпные зерновые грузы направляются кроме нужд населения еще и в адрес портов, что определяет структуру и направление грузопотоков на полигоне дороги.

Агропромышленный комплекс в нашей стране нуждается в широком спектре транспортных услуг. Перевозка грузов агропромышленного комплекса предполагает доставку от производителя до потребителя,

включающую, как правило, работу различных видов транспорта. Учитывая специфику транспортной сети Южного региона, необходимо отметить, что смешанные перевозки преобладают в общем объеме транспортировки зерновых грузов.

Анализ статистических данных, собранных в ходе исследования грузопотоков зерновых на СКЖД показал, что основными направлениями массовых перевозок зерновых грузов являются: направление Север-Юг (в основном экспорт в адрес портов Юга России), а также поток, входящий с Приволжской железной дороги и присоединяющийся к нему, образовавшийся на этом направлении на станциях зарождения грузопотока непосредственно на СКЖД, причем, исследуемые потоки, включают как экспортные так и внутрироссийские потоки. Стабильность перевозок зерновых зависит от двух значимых факторов: количество собранного урожая зерновых и их цена на мировом рынке. Влияние указанных факторов на транспортный рынок обычно не анализируется. Взаимосвязь количества продаваемого на экспорт зерна напрямую влияет на объемы перевозки зерновых в адрес портов. Как правило, эти направления является наиболее грузонапряженными.

Учитывая высокий уровень конкуренции на рынке транспортных услуг в Южном регионе при перевозке зерновых грузов, руководством ОАО «РЖД» периодически принимаются решения о вводе скидок на перевозку зерновых грузов в адрес припортовых станций СКЖД. Привлекательно данное предложение для клиентов железнодорожного транспорта, желающих перевезти зерновые грузы на расстояние свыше 400 км, при объеме более 4 млн т. Указанное предложение ОАО «РЖД» - одна из мер по повышению конкурентоспособности железнодорожного транспорта на фоне мирового экономического кризиса [76].

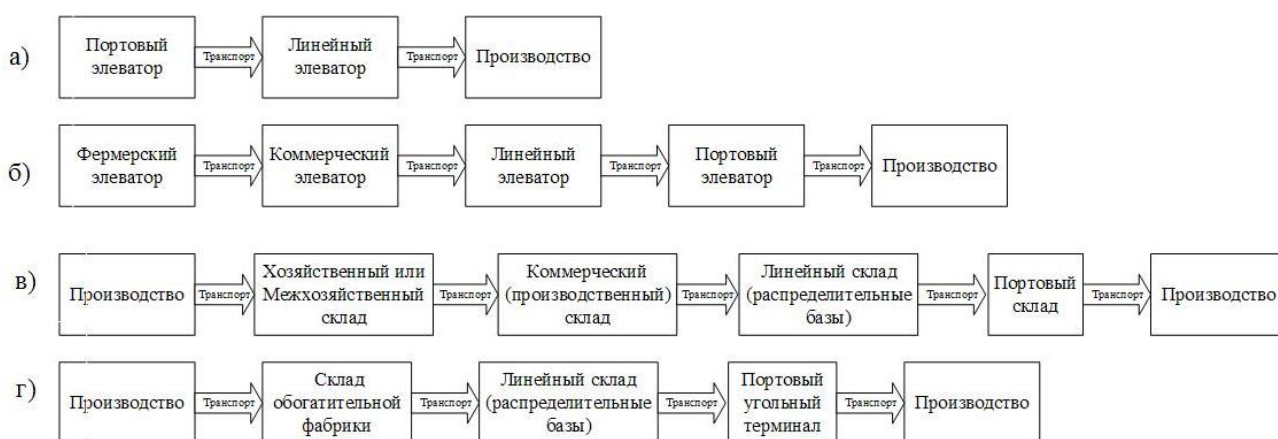
Инфраструктурная цепочка, обеспечивающая доставку зерновых грузов от производителя к потребителю, в том числе в порты для осуществления погрузки на экспорт, включает в себя базисные, перевалочные, фондовые, производственные, портовые, линейные и другие типы элеваторов, с помощью

которых осуществляется сушка, сортировка, хранение, накопление, перевалка с одного вида транспорта на другой, и другие операции с зерновыми грузами.

Повышение эффективности функционирования транспортно-технологических систем для зерновых грузов предполагает рациональное размещение различных видов элеваторов, а также повышение качества их работы для того или иного транспортного процесса. Например, логистические цепочки для экспорта и импорта зерновых грузов, в части использования различных типов элеваторов, существенно отличаются (рисунок 1.7).

Мощность зернового элеватора определяется большим количеством различных факторов, среди которых, важными при формировании транспортного процесса являются: интенсивность погрузки-выгрузки, возможность погрузки-выгрузки различными видами транспорта, емкость хранилищ, а также срок хранения. Отметим, что наиболее длительный срок хранения зерна у фондовых и базисных элеваторов (таблица 1.4) [159].

Классификация элеваторов представлена в приложении 1, таблица П1.2.



Примечание: —▶ - транспортировка

Рисунок 1.7 – Транспортно-технологические цепочки перевозок насыпных грузов: а) импорта зерна; б) экспорта зерна; в) минеральных удобрений; г) угля

Таблица 1.4

Показатели складов зерна (элеваторов)

Наименование	Показатель		
	Емкость/вместимость, Е, тыс т	Производительность транспортного оборудования, Q, т/ч	Продолжительность хранения, T _{хр} , мес.
Фермерский	$E \leq 8$	$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{авто}} \leq 50$	$T_{\text{хр}} \leq 12$
Коммерческий (заготовительный)	$8 \leq E \leq 16$	$Q_{\text{общ}} \leq 100$	$T_{\text{хр}} \leq 12$
Линейный	$30 \leq E \leq 50$	$Q_{\text{авто}} \leq 150 * 2, Q_{\text{ж.д.}} \leq 150,$ $Q_{\text{общ}} \leq 450$	$T_{\text{хр}} \leq 12$
Портовый (река-море, морской глубоководный), он же перевалочный	$50 \leq E \leq 150$	$Q \rightarrow \max$	$T_{\text{хр}} \rightarrow \min$
Производственный (примельничные, для комбикормовых заводов, крупозаводов, маслособойных предприятий и т.п.)	с учетом производительности мельницы, перерабатывающего завода и создания запаса для обеспечения бесперебойной работы предприятия в течение 3 месяцев $5 \leq E \leq 15$	$Q_{\text{общ}} \leq 150$	зависит от соотношения емкости хранилища и производительности перерабатывающего предприятия $T_{\text{хр}} \leq 3$
Фондовый (для хранения государственного резерва)	$150 \leq E \leq 300$	$Q_{\text{авто}} \leq 150 * 2, Q_{\text{ж.д.}} \leq 150$	$T_{\text{хр}} \leq 36$
Базисный	$E \rightarrow \max$	$Q \rightarrow \max$	$T_{\text{хр}} \rightarrow \max$
Перевалочные	$50 \leq E \leq 150$	$Q \rightarrow \max$	$T_{\text{хр}} \rightarrow \min$

Таблица 1.5

Показатели складов минеральных удобрений

Наименование	Показатель	
	Емкость/вместимость, Е, тыс т	Производительность транспортного оборудования, Q, т/ч
Хозяйственный, межхозяйственный	$E \leq 2$	$Q_{\text{общ}} \leq 50$
Коммерческий (производственный)	$10 \leq E \leq 20$	$Q_{\text{общ}} \leq 100$
Линейный (распределительные базы)	$30 \leq E \leq 50$	$Q_{\text{общ}} \leq 375$
Портовый (река-море, морской глубоководный), он же перевалочный	$20 \leq E \leq 70$	$Q \rightarrow \max$

Таблица 1.6

Показатели складов угля

Наименование	Показатель	
	Емкость/вместимость, Е, тыс т	Производительность транспортного оборудования, Q, т/ч
Склады обогатительных фабрик (производственные)	$E \leq 2$	$Q_{\text{общ}} \leq 1000$
Линейный (в том числе прирельсовые)	$30 \leq E \leq 50$	$1000 \leq Q_{\text{общ}} \leq 1500$
Портовый (река-море, морской глубоководный), он же перевалочный	$E \rightarrow \max$	$Q \rightarrow \max$

В последние годы наметилась устойчивая тенденция по увеличению объемов перевалки зерновых грузов в железнодорожно-морском сообщении. Так экспортный потенциал в 2018 году был оценен на уровне 40 млн т (рисунок 1.8).

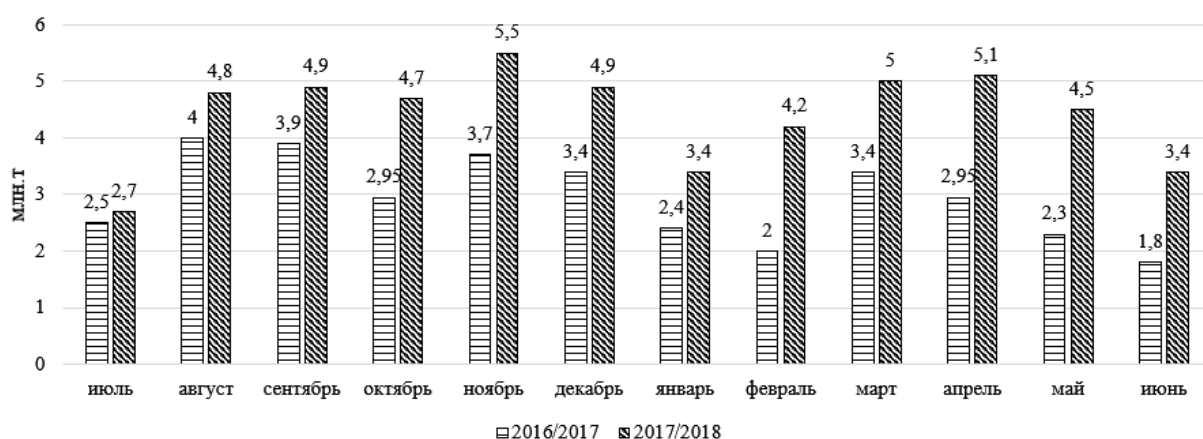


Рисунок 1.8 – Экспорт зерна из России, млн т

Проведенный анализ показал, что основной поток зерновых грузов на экспорт следует через глубоководные порты Новороссийск, Туапсе, где сосредоточены специализированные терминалы по перевалке зерна. Перевозится зерно и через малые порты АЧБ: Заречная, Азов, Ейск, Таганрог, Темрюк и др.

Мировой опыт взаимодействия железнодорожного и морского транспорта свидетельствует об эффективности маршрутизации зерновых перевозок. Она позволяет снизить транспортные расходы, затраты на терминальную переработку, простои вагонов и судов, а также в целом долю инфраструктурных издержек в экспортной цене зерна, достигающую в российских условиях 40 %. Транспортировка зерна тесно связана с процессами его производства и хранения и имеет ряд существенных отличий от перевозок других массовых грузов. Сейчас в РФ маршрутными поездами перевозится менее 3 % зерновых грузов (по данным АО «Русагротранс»), эти объемы могут быть увеличены до 50 %. Однако, маршрутные поезда могут грузиться на крупных элеваторах, куда сельхозпроизводители из окрестных регионов должны свозить зерно. Но таких элеваторов мало. Необходимо развивать

существующие или строить новые элеваторы, а для этого необходимо определить, место расположения таких элеваторов.

Для организации и повышения эффективности перевозочного процесса СКЖД в настоящее время предлагает клиентам услугу «Грузовой экспресс» [86].

Например, со станций погрузки Ипатово, Дивное доставка осуществляется сборным или вывозным поездом до станции Светлоград, далее формируется состав назначением на Новороссийск с периодичностью один поезд раз в двое суток (в период массовой отгрузки зерна).

СКЖД, в лице Северо-Кавказского территориального центра фирменного транспортного обслуживания (СК ТЦФТО), и компании-операторы ежегодно формируют план, который позволяет повысить эффективность перевозок насыпных грузов и организовать равномерную отгрузку и выгрузку.

Необходимо комплексное решение проблем [64], возникающих при организации процесса транспортировки (рисунок 1.9).



Рисунок 1.9 – Проблемы в организации перевозки насыпных грузов железнодорожным транспортом

Малые порты Азово-Черноморского бассейна (АЧБ): Азов, Ростов (Заречная), Ейск представляют особый интерес в связи тем, что ставка на перевалку насыпных грузов в них ниже, чем в глубоководных, что в значительной степени компенсирует их основной недостаток – возможность принимать суда дедвейтом до 7000 тонн и необходимость рейдовой перевалки в суда типа Panamax, Postpanamax, Handysize для экспорта. Кроме этого, существует ряд особых грузов, отправляемых через малые порты, с которыми не работают крупные порты – это бобовые культуры, отруби, жом и др. При организации экспортных перевозок насыпных грузов через малые порты существует конкурентная составляющая: в малые порты АЧБ ввиду их близкого географического расположения относительно мест произрастания зерновых, часто быстрее и надежнее, доставить зерновые грузы без использования услуг элеваторов и железнодорожного транспорта, автомобильным, несмотря на большие объемы перевозимого груза [36,77].

Рациональное распределение зерновых грузопотоков среди существующих портов Юга России возможно только при условии выгоды для грузоотправителя, выраженной в стоимости перевозки и сроках. Срок доставки груза часто имеет решающее значение при выборе схемы перевозки, а сокращение оборота транспортных средств – одна из важнейших задач на любом виде транспорта. Попытки применять «твердые» нитки графика для отдельных крупных клиентов весьма успешны, но это лишь один из способов организовать бесперебойную технологию.

Направления повышения эффективности перевозочного процесса насыпных грузов представлены на рисунке 1.10 [65].

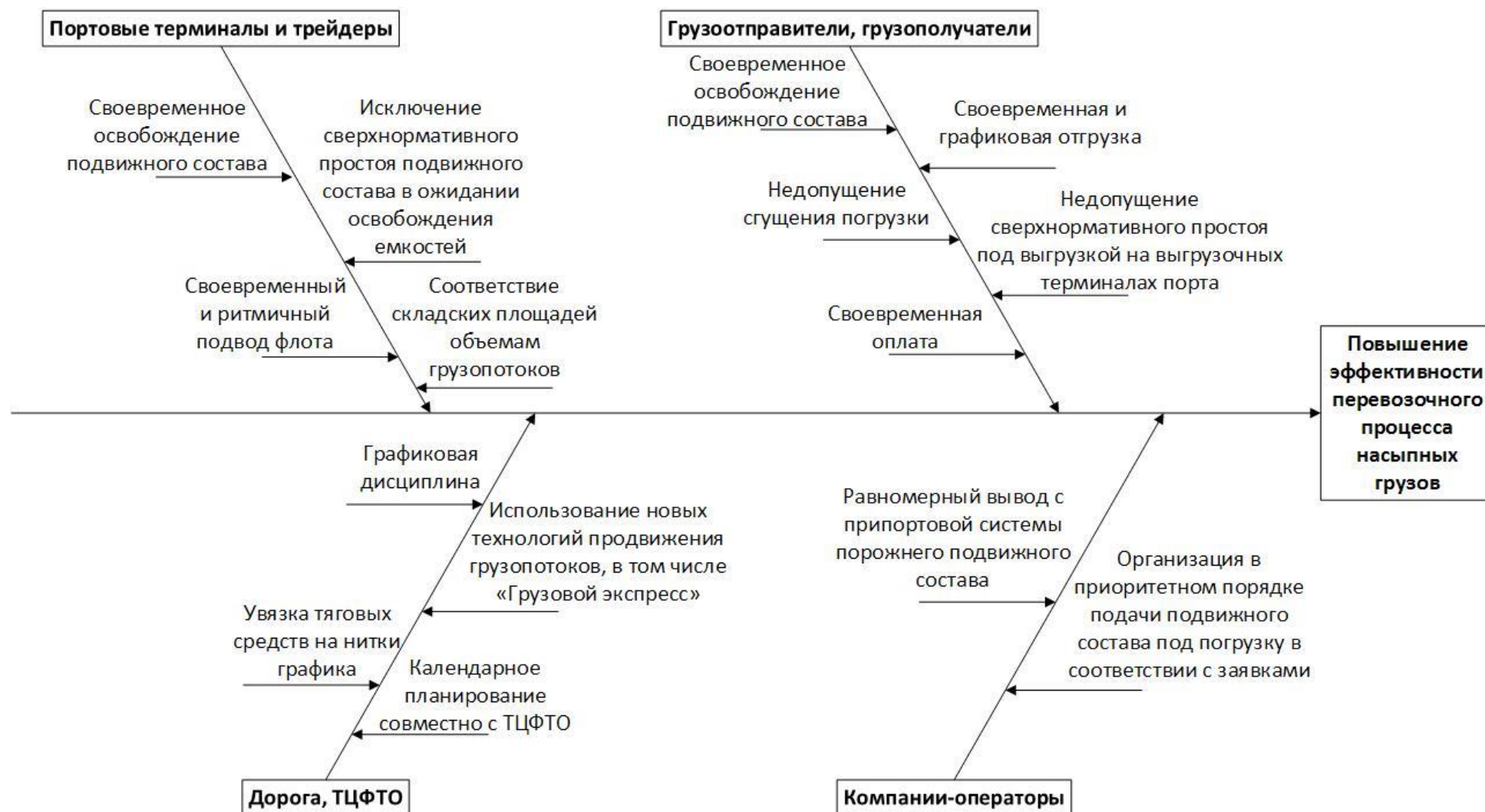


Рисунок 1.10 – Мероприятия, направленные на повышение эффективности перевозочного процесса насыпных грузов

Отдаленность предприятий АПК от железнодорожной сети одна из причин выбора в качестве перевозчика автотранспорта. Например, наиболее значимыми в Ростовской области районами по сбору зерновых и зернобобовых культур являются: Сальский (270,8 тыс т), Зерноградский (225,4 тыс т) и Азовский (212,2 тыс т) районы, таким образом обеспечивая своевременный вывоз грузов по оптимальным схемам можно уменьшить транспортную составляющую в конечной цене товара [78].

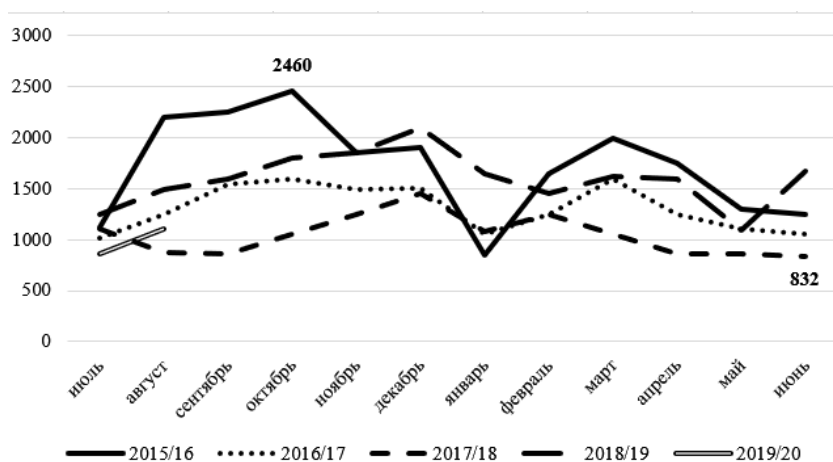


Рисунок 1.11 – Динамика железнодорожных перевозок зерна, (тыс т)

Рисунок 1.11 даёт представление о том, что:

- в течение сезона минимальный месячный объем перевозок может опускаться до 0,8 – 1 млн т и ниже, а максимальный объем перевозок может превышать минимальный более, чем в два раза – свыше 2 млн т;

- сезонность железнодорожных перевозок крайне изменчива. Наблюдается существенное падение объемов в осенние месяцы, несмотря на поступление на рынок урожая, а также отсутствие роста перевозок в весенние месяцы, несмотря на увеличение спроса;

- нестабильность валовых сборов в региональном разрезе и, соответственно, значительные колебания в направлениях и объемах перемещения зерна от зернопроизводящих к зернопотребляющим регионам;

- нестабильность перевозок зерна по железной дороге как по объему, так и по структуре перевозок.

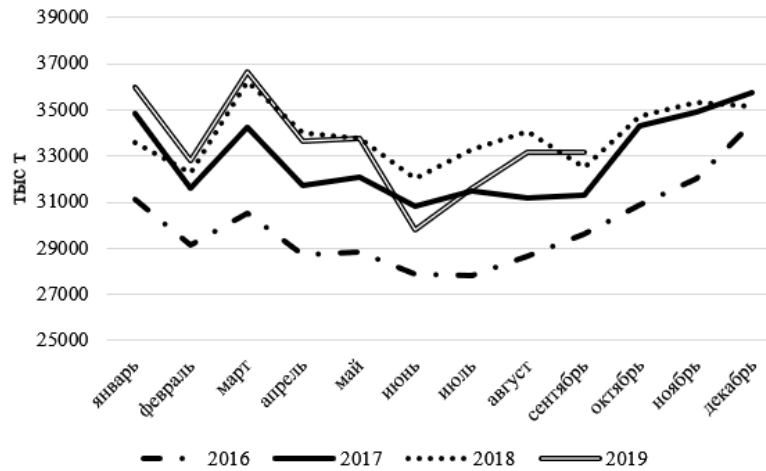


Рисунок 1.12 – Динамика железнодорожных перевозок каменного угля

Сезонность прослеживается и в объемах перевозки угля по железным дорогам (рисунок 1.12). Во время спада (весной и летом) уровня отгрузки угля в нашей стране не всегда может быть обеспечена ритмичность перевозок. Процесс доставки осложняется тем, что не с каждого угледобывающего предприятия уголь отгружается напрямую в железнодорожный подвижной состав. Часто, уголь со склада на автомобилях транспортируется к железной дороге, что повышает транспортную составляющую в цене угля, в том числе за счет складирования.

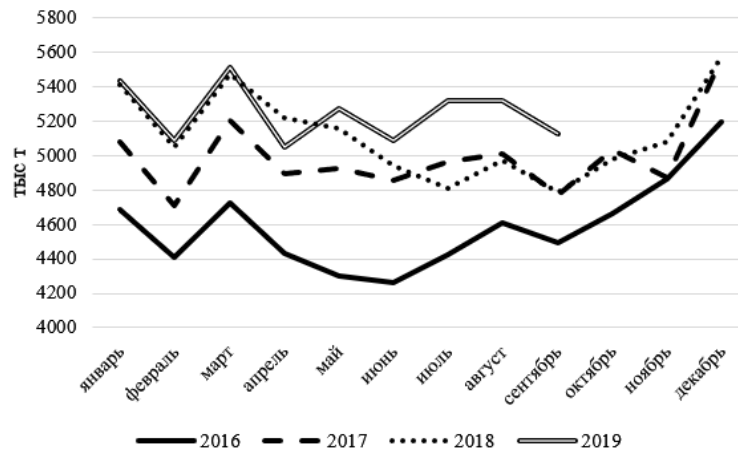


Рисунок 1.13 – Динамика железнодорожных перевозок минеральных удобрений

При организации перевозок удобрений необходимо учитывать сезонность использования этого вида продукции (рисунок 1.13). Заготовка минеральных удобрений осуществляется до начала сезона сева растительных культур. Соответственно производство удобрений достигает своего «пика» в

перерыве между сезонами растениеводства. Отметим, что номенклатура минеральных удобрений очень широка и представлена различными формами (насыпные, наливные, тарно-штучные и т.п.). Отгрузка удобрений, представленная насыпными грузами, производится, как правило, через специализированные склады.

Таким образом, технология перевозок представленных категорий насыпных грузов имеет сезонность, причем «пиковые» периоды наблюдаются в разное время года, что создает примерно равномерно высокий уровень объема заявленных экспортно-импортных отправок.

1.2 Принципы формирования региональных транспортно-грузовых кластеров

Региональное социально-экономическое и транспортное развитие зависит от множества факторов различной природы. Ключевым показателем уровня развития региона является валовый региональный продукт (ВРП). Величина ВРП во многом зависит от уровня экономических ресурсов региона. Юг России весьма благоприятный в экономическом отношении регион. На рисунке 1.14 представлены фрагменты полигона СКЖД с территориальным распределением грузовой базы насыпных грузов (зерновые, минеральные удобрения, уголь). Территории произрастания (производства) зерновых на СКЖД размещаются примерно равномерно по всему полигону дороги, поэтому их выделение не показано.

Одним из способов укрепления конкурентных преимуществ национальной экономики считается кластерное развитие (рисунок 1.15), которое в свою очередь не только помогает производить конкурентоспособную продукцию, но и решает задачу усиления разного рода связей. Первоначальным условием для создания кластера является территориальная близость предприятий, образующих кластер [32, 114].

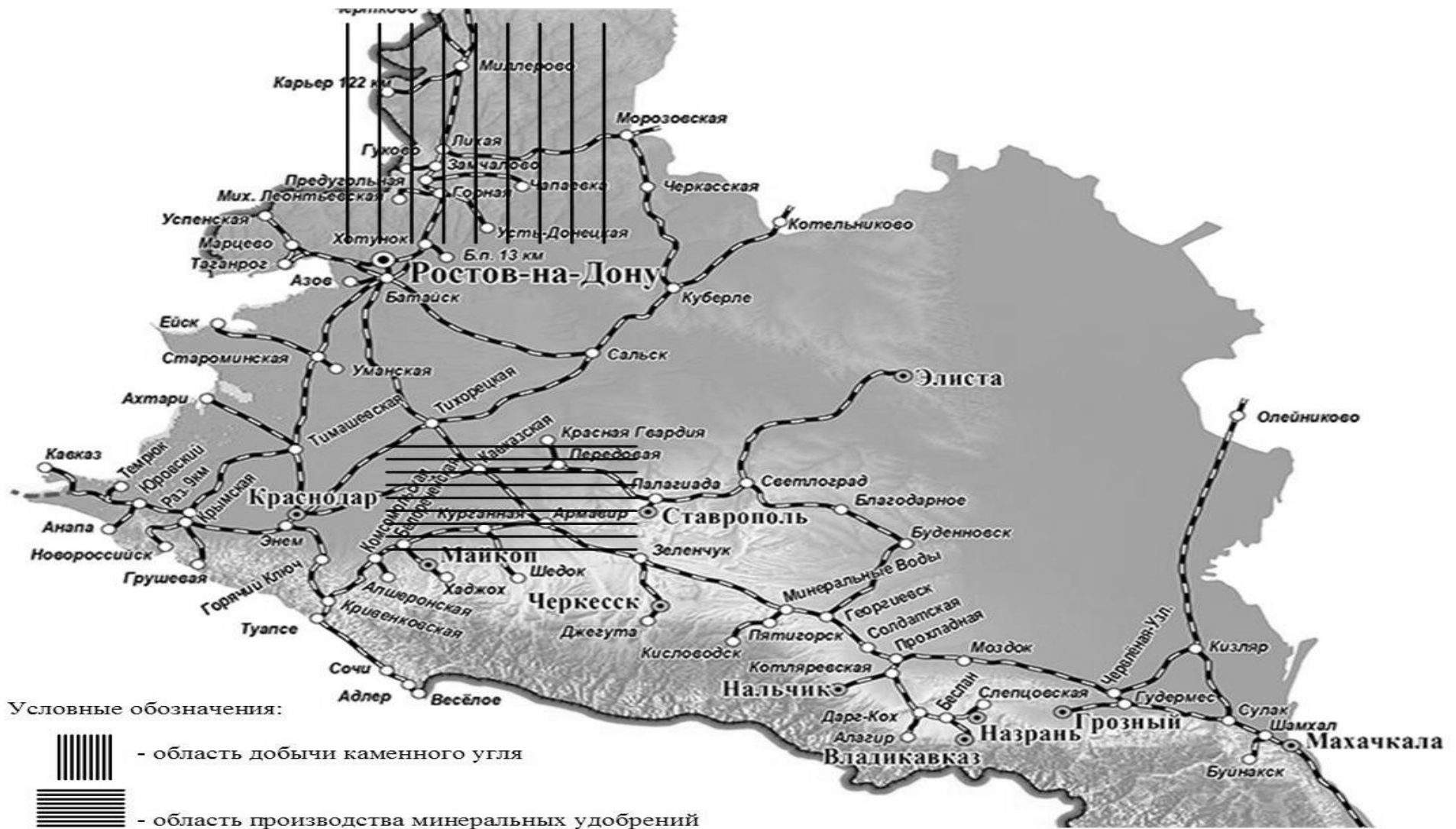


Рисунок 1.14 – Территориальное положение областей производства насыпных грузов на полигоне СКЖД

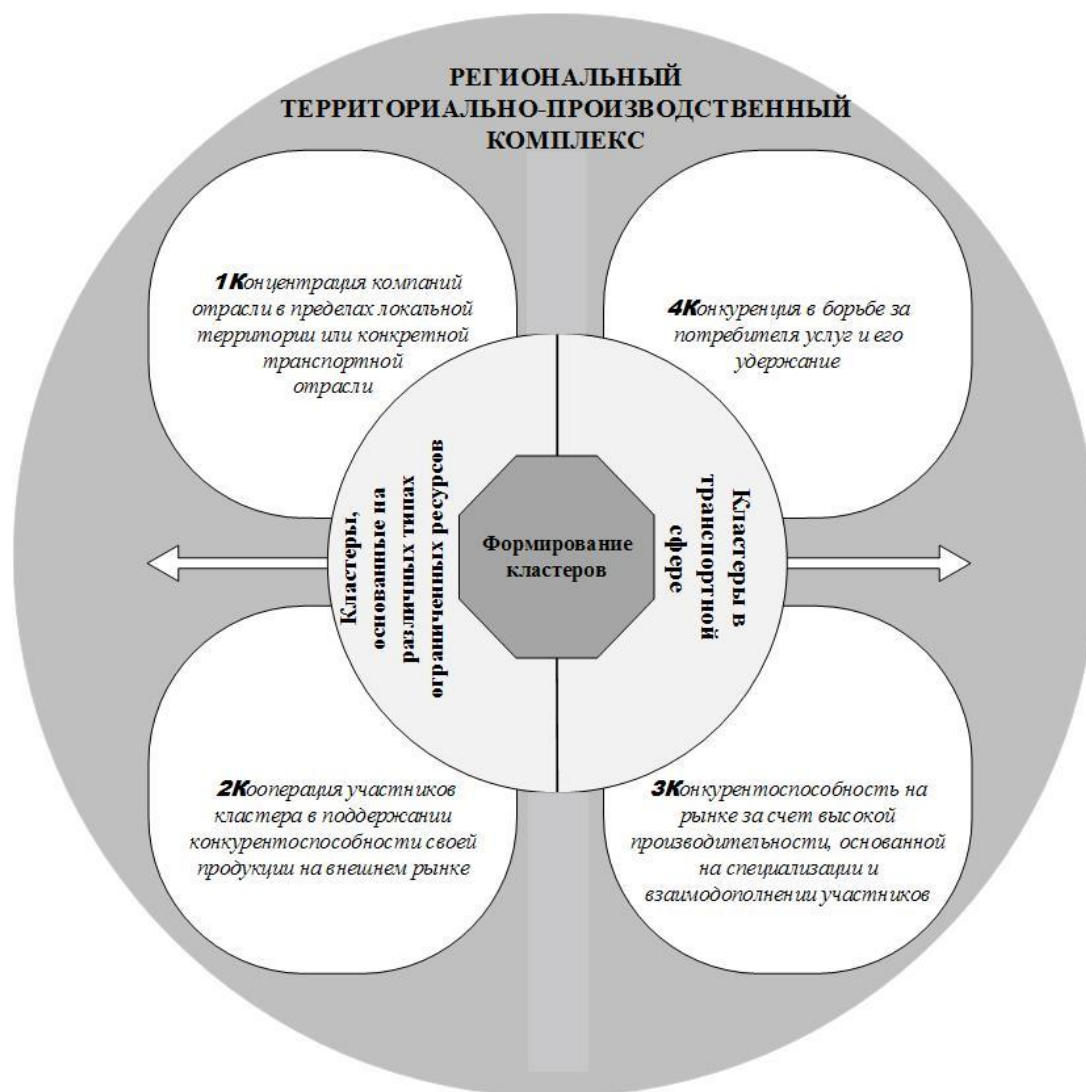


Рисунок 1.15 – Реализация кластерного подхода (принцип «4К»)

Среди множества отраслей, развивающихся в СКЭР, особо выделяются три основных: зерновое производство, добыча каменного угля и производство минеральных удобрений. Зерновое производство вместе с производством минеральных удобрений можно отнести к единому кластеру, т.к. они взаимосвязаны и являются взаимовыгодными производствами, функционирующими на общей территории. Добыча каменного угля производится многими предприятиями, расположенными на определенной территории (Восточная часть Донецкого угольного бассейна), что также удовлетворяет условиям кластеризации. Грузы, образующиеся в результате функционирования зернового и угольного кластеров, относятся к массовым, что определяет подход к организации их перевозки. Кроме возможности кластеризации необходимо отметить, что зерно, уголь и минеральные

удобрения, производимые на территории Южного региона востребованы на мировом рынке, что определяет экспортные возможности. Расположение Юга России относительно морских портов предопределяет экспортный и транзитный потенциал указанных территорий [146].

Фактические и прогнозные значения величины экспорта минеральных удобрений позволяют говорить о необходимости разработки эффективных транспортных схем для перевозки этого вида продукции (рисунок 1.16).

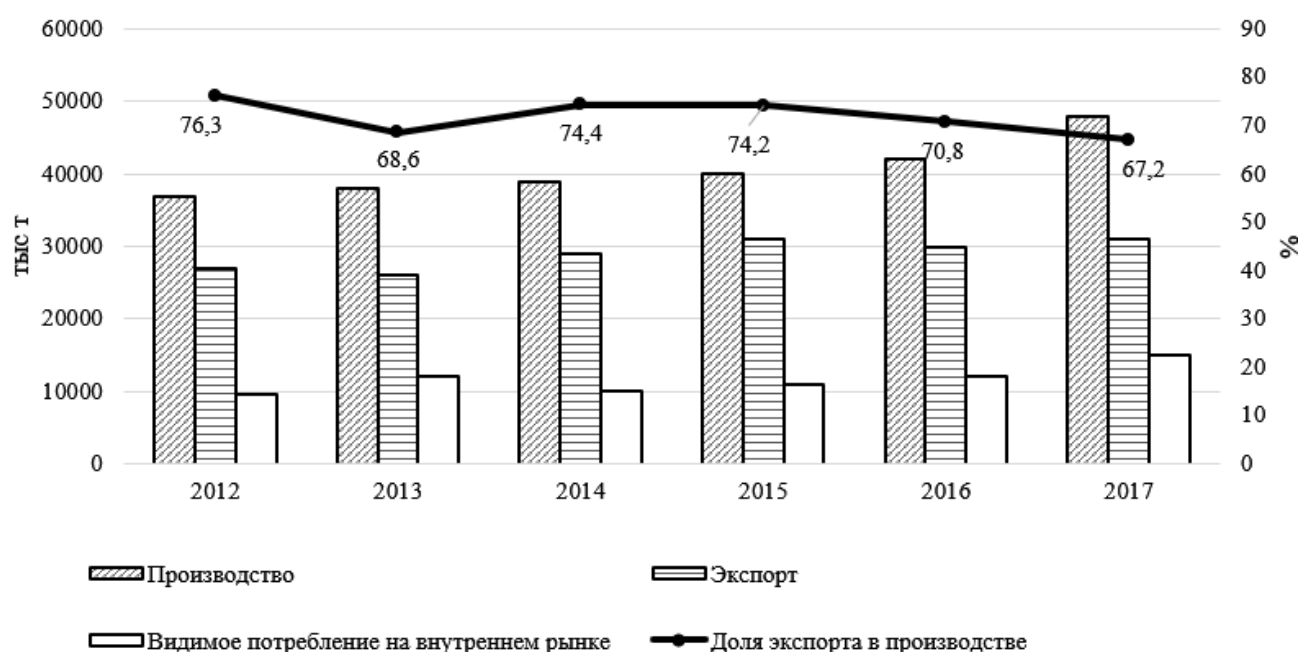


Рисунок 1.16 – Динамика показателей производства и рынка минеральных удобрений в РФ

Вывоз угля в России сегодня осуществляют 27 портов (приложение 1, рисунок П1.2), из которых 8 находится на Северо-Западе России, 8 - на Юге, 11 - на Дальнем Востоке. В портах Юга России перевалка угля осуществляется только с применением терминалов с универсальным оборудованием. По состоянию на 2018 год в России специализированные и модернизированные под перевалку угля терминалы действуют только в 5 портах: в портах Мурманска и Усть-Луги на Северо-Западе России, на Дальнем Востоке – в портах Посьет, Восточный и Ванино. При этом в двух последних ведутся работы по расширению специализированных угольных терминалов. Также в стадии строительства или подготовки к нему находится еще 3 порта со

специализированными угольными терминалами: порт Тамань на юге России, а также порты Суходол и Вера на Дальнем Востоке.

Перспективы экспортных перевозок указанных выше товарных групп подтверждает и ряд инвестиционных проектов, реализуемых в южных портах РФ со сроком введения в эксплуатацию мощностей в период с 2017 по 2022 год. В порту Тамань: строительство нового сухогрузного района, реализация комплексного проекта ГК «ОТЭКО» по строительству терминалов, строительство третьей очереди ООО «Зерновой терминальный комплекс «Тамань», строительство терминала по перевалке аммиака и карбамида. В порту Новороссийск: реконструкция и расширение мощностей порта, расширение мощностей АО «Зерновой терминал «КСК». Строительство зернового терминала в порту Азов. Крупнейшие компании, осуществляющие перевозки через морские порты Юга России представлены в таблица 1.7.

Таким образом, формирование транспортно-грузовых кластеров Южного региона целесообразно рассматривать относительно расположения портов АЧБ, а также исходя из возможностей их рыночной кооперации и взаимовыгодного сотрудничества.

Переход общества на новый технологический уклад в результате 3-ей научно-технической революции, согласно работе Д.Белла [163], обуславливает появление соответствующей системы экономических отношений, при которых категория времени выступает одним из основных критериев эффективности не только при оценке информационных потоков, но и рынка товаров и услуг.

Таблица 1.7

Объемы перевозок грузов железнодорожным транспортом в сообщении с основными портами АЧБ за 2015г. и прогноз на 2020 г., млн т [130]

Все порты региона			Тамань			Новороссийск			Туапсе		
2015г.	2020г прогноз	Заявки портов на 2020г.	2015г.	2020г прогноз	Заявки портов на 2020г.	2015г.	2020г прогноз	Заявки портов на 2020г.	2015г.	2020г прогноз	Заявки портов на 2020г.
75,0	125,1	231,9	8,5	65,0	107,6	41,7	37,5	67,5	15,3	15,8	35,8
Крупнейшие российские компании по родам грузовладельцы	Уголь	ОАО «СУЭК», ОАО ХК «СДС-Уголь»			-			ОАО «УК»Кузбассразрезу голь»			
	Нефтегазы	ОАО «НК»Роснефть», ОАО «Лукойл», ЗАО «Краснодарский НПЗ-Краснодарэконейт», ОАО «Орскнефтеоргсинтез», ОАО «Газпромнефть», ОАО «ТАИФ»			ОАО «НК»Роснефть», ОАО «Газпромнефть Салават», ОАО «Орскнефтеоргсинтез», ООО «Афипский НПЗ», ЗАО «Краснодарский НПЗ-Краснодарэконейт», ООО «Ильский НПЗ», ОАО «Лукойл»			ОАО «НК»Роснефть», ЗАО «Краснодарский НПЗ-Краснодарэконейт», ООО «Ильский НПЗ», ОАО «Лукойл»			
	Рудные грузы	ОАО «Лебединский ГОК»			ОАО «Лебединский ГОК», ОАО «Михайловский ГОК», ОАО «Ванадий», ОАО «Оскольский электрометаллургический комбинат»			-			
	Черные металлы	ОАО «ММК»			ОАО «НМЛК», ОАО «ОЭМК», ОАО «Уральская сталь», ОАО «ММК», ОАО «Евраз НТМК»			ОАО «НМЛК», ООО «Красносулинский Металлургический комбинат»			
	Удобрения	ОАО «Еврохим», ОАО «Уралкалий», ОАО «ТОАЗ»			ОАО «Еврохим», ОАО «УралХим», ЗАО «ФосАгро АГ», КОАО «Азот»			ОАО «Еврохим», ОАО «Куйбышев Азот»,ОАО «Газпром нефтехим Салават»			

Известно, что в результате глобализационных процессов, центры промышленного производства и торговли переместились в Тихоокеанский регион (Китай, Тайвань, Южную Корею, Сингапур, Гонконг). Транспортный комплекс при этом является основой формирования рынков и международных

торговых связей. Следствием этого стало изменение направлений движения грузопотоков.

Изменения в мировой экономике привели к необходимости формирования единой транспортной системы, предусматривающей совместную работу видов транспорта разных стран, что привело к развитию контейнеризации (50-60-е гг. XX века) и мультимодализма. Вместе с этим необходимо было создать особую систему управления перевозками, т.к. транспортная услуга уже не рассматривалась как услуга на отдельном маршруте, осуществляемая одним видом транспорта и для конкретной номенклатуры груза [22].

Применение принципов мультимодальности предполагает, что при перевозке используется несколько видов транспорта, ответственность несет единый оператор (перевозчик), по единому сквозному тарифу и на основе единого перевозочного документа [15]. При этом появляется возможность максимально эффективно использовать каждый из видов транспорта, участвующих в перевозочном процессе, в частности, реализовать принцип «от двери до двери». Что касается насыпных грузов, которые часто являются массовыми, то их перевозка на дальние расстояния с помощью мультимодальных схем позволяет оптимизировать срок доставки и стоимость перевозки.

Экономико-географические предпосылки создания системы перевозок категорий насыпных грузов имеют свои особенности.

Например, концентрация угольных месторождений в восточных районах нашей страны – Кузнецкий и Канско-Ачинский бассейны (свыше 90 % угольных запасов страны) – определяет высокий уровень развития угледобывающей промышленности на этих территориях, а также направление движения грузопотоков. В значительных количествах добыча угля ведется также в Донецком, Подмосковном, Печорском и Южно-Якутском бассейнах, на Урале, в Сибири и Дальнем Востоке.

К портам южного региона тяготеют перевозки угля бассейнов:

1. *Кузнецкого* (Кузбасс) – 40 % всей добычи угля страны (640 млрд т), в основном антрациты и коксующиеся угли.
2. *Печорского* – самый крупный (210 млрд т) в европейской части РФ.
3. *Восточного Донбасса* – на западе Ростовской области (160 млрд т), преобладают энергетические, антрацитовые угли.

Климатические условия, которые определяют большую часть страны как зону рискованного земледелия (только около 5 % территории – Северный Кавказ, Среднее Поволжье и Центральнo-Черноземный район имеют благоприятные условия для сельского хозяйства), ограничивают возможности аграрной промышленности. К южным портам тяготеют перевозки зерна и его продуктов Южного Федерального округа, Ставрополя, Краснодарского края, Поволжья и Казахстана.

Туковая промышленность России осуществляет производство всех видов минеральных удобрений - фосфорных, калийных, азотных. Из общего количества выпускаемых удобрений около половины приходится на азотные.

Предприятия *азотно-туковой промышленности* в зависимости от используемого сырья (кокс, коксовый газ, природный газ) размещаются в местах добычи углей или природного газа, вдоль газопроводов или рядом с металлургическими заводами.

Фосфатно-туковая промышленность в силу низкой материалоемкости производства не связана с источниками сырья и ориентирована в основном на потребителя.

Калийная промышленность, отличающаяся высокой материалоемкостью производства, поэтому сосредоточена в местах добычи сырья [42].

Минеральные удобрения транспортируются из РФ на экспорт, в основном, через морские порты АЧБ и Балтики. В Южном регионе РФ территория производства минеральных удобрений находится в зоне влияния глубоководных портов Черного моря, в основном, экспорт данной номенклатуры грузов осуществляется через порт Туапсе, в котором

расположен крупнейший терминал по перегрузке минеральных удобрений на юге России (Туапсинский балкерный терминал – дочернее предприятие ОАО МХК «ЕвроХим»).

1.3 Критерии и факторы оценки взаимодействия видов транспорта при перевозках насыпных грузов

Организация перевозок грузов несколькими видами транспорта в современном мире стало обычным явлением. Развитие мультимодальных и интермодальных транспортных систем лежит в основе функционирования единой транспортной системы регионов, стран и мира в целом [40]. Единство понимается как взаимодействие с целью получения экономического эффекта от выполняемой услуги – перевозки.

Для осуществления мультимодальной перевозки необходимо выполнить определенные условия, без которых невозможно взаимодействие:

- характеристики перевозимого груза должны соответствовать возможностям выбранных для взаимодействия видов транспорта (вес, консистенция, объем, категория опасности и др.);
- сезонные характеристики доступности определенных видов транспорта;
- близкое расположение пунктов погрузки и выгрузки к транспортной инфраструктуре определенных видов транспорта;
- рациональное расположение перегрузочных пунктов и мест стыковки различных видов транспорта относительно наиболее эффективного маршрута транспортировки [149];
- согласованность в работе государственных и негосударственных институтов, осуществляющих управление процессами перевозок и контроль [8];
- возможности осуществления информационного взаимодействия;

– наличие транспортных коммуникаций определенных видов между пунктами производства и потребления грузов.

Вышеперечисленные условия можно разделить на четыре критериальные группы:

1. Экономические – существование общих экономических стимулов и разделение ответственности.
2. Технические – характеризуют принципиальную возможность взаимодействия на основе технических параметров.
3. Технологические – возможности сквозного планирования, реализации единого технологического процесса, единый документооборот и т.п.
4. Организационные – возможность различных государственных и корпоративных институтов осуществлять взаимодействие с учетом интересов каждого из участников.

Одной из основных особенностей в транспортировке насыпных грузов, с точки зрения выполнения перевозки, является массовость и физические особенности, такие как сыпучесть. Поэтому их транспортировку, как правило, осуществляют железнодорожным, автомобильным или водным транспортом, а также их комбинациями. На юге России, в пределах Северо-Кавказского экономического района, для перевозки насыпных грузов на экспорт широко используют незамерзающие порты АЧБ. В результате удобного по отношению к морским портам мест производства зерновых, минеральных удобрений и угля, основу экспортных перевозок из этого региона составляет именно эта номенклатура насыпных грузов. Небольшая величина транспортной составляющей в конечной цене товаров (в нашем случае, насыпных грузов) определяет преимущества ее на международном рынке по сравнению с аналогичной продукцией, доставляемой из других регионов страны. Схема формирования транспортной составляющей в конечной стоимости насыпных грузов при реализации единой технологии транспортировки различными видами транспорта представлена на рисунке 1.17.

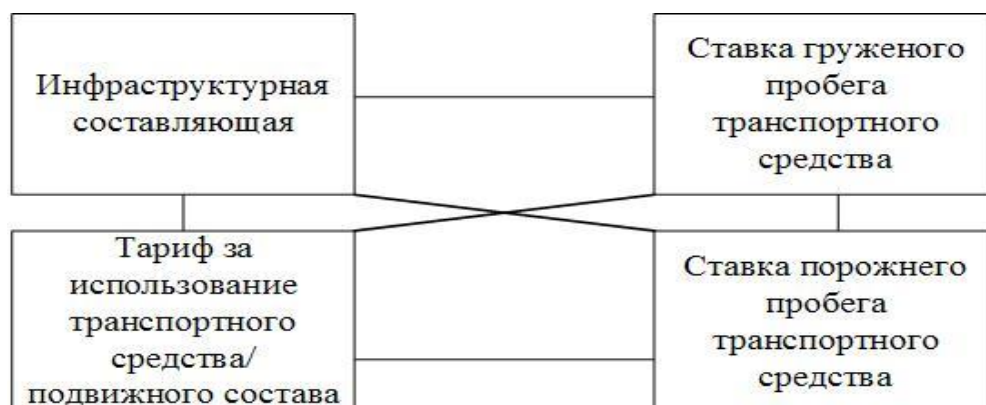


Рисунок 1.17 – Схема формирования транспортной составляющей при мультимодальной перевозке

Наряду с критериями взаимодействия различных видов транспорта, существуют факторы взаимодействия, которые обусловлены экономическими причинами, а также взаимосвязями между агентами транспортного рынка, представленными различными участниками процесса перевозок грузов [157]. К этим факторам можно отнести: срок доставки, ритмичность перевозок, местоположение транспортных средств относительно объектов производства и потребления перевозимых грузов, а также качественные показатели реализации транспортной технологии, такие как скорость, оборот транспортного средства и другие (приложение 1, таблица П1.3).

На предварительном этапе, экономический интерес агентов, заложенный в тарифе, зачастую является решающим фактором для выбора той или иной схемы перевозки с участием различных видов транспорта. Для достижения эффективности во взаимодействии видов транспорта общая «полезность» всех агентов от перевозки должна быть максимально возможной. В результате желаний всех участников перевозки, включая грузовладельца, получить выгоды, сформировалось несколько основных концепций взаимодействия различных видов транспорта: ко-модальность, интермодальность, синхромодальность, мультимодальность.

Такие виды организации перевозок как синхромодальность и ко-модальность появились в мире относительно недавно и в России широко не

применяются. Но, несмотря на это, именно эти современные концепции основаны на максимальном исключении влияния на перевозку неблагоприятных внешних и внутренних факторов.

Зачастую в условиях конкуренции, для того, чтобы остаться на рынке необходимо создание коопераций для выполнения определенных видов работ. В транспортной отрасли кооперирование выражается в объединении возможностей различных участников транспортного процесса для предоставления качественной услуги грузовладельцам.

Требования грузоотправителей, предъявляемые перевозчику в отношении высокого качества перевозки грузов, такие как повышение скорости или обеспечение ритмичности поставок, а также участие в организации транспортировки большого количества субъектов, предопределяют необходимость в разработке концепции взаимодействия на принципах мультиагентности, представленные в последующих главах диссертации.

1.4 Логистические концепции и формы транспортного обслуживания перевозок насыпных грузов

Логистическое управление в организации вагонопотоков на железнодорожном транспорте осуществляется диспетчерским аппаратом Центра управления перевозками ОАО «РЖД», а также других структур территориального уровня, находящихся у него в подчинении с помощью традиционной технологии сменно-суточного планирования.

Значительный вклад в повышение эффективности и увеличение выгрузки на СКЖД внес проект по автоматическому формированию плана подвода грузов в порт Новороссийск на основе логистических принципов – Дорожной информационно-логистической системы (ДИЛС) в составе Автоматизированной системы управления местной работой (АСУ МР). ДИЛС – это комплексное решение задачи автоматизации планирования и контроля

продвижения вагонопотоков в адрес припортовых станций на всех уровнях управления вертикали ЦД – Д – ДЦУП – ДЛЦ.

Основные функции подсистемы ДИЛС:

- контроль работы припортовых станций, планирование выгрузки по станции;
- планирование и контроль отгрузки и подвода грузов в адрес припортовых станций, в т.ч. подъемов и отставления от движения поездов.
- контроль отгрузки и поступления на дорогу грузов в адрес припортовых станций.
- прогнозирование продвижения грузов по сети в адрес припортовых станций.
- формирование оперативной и аналитической отчетности о работе припортовых станций и выполнения плана подвода.

В результате внедрения ДИЛС участковая скорость была увеличена на 3 км/ч, оборот вагона снижен на 3 суток, экспортная выгрузка в портах увеличена на 1,5 %. При этом максимальные объемы переработки составили: дорога (СКЖД) – 7424 ваг/сут, Новороссийск – 2043 ваг/сут, Туапсе – 1043 ваг/сут, Вышестеблиевская – 1040 ваг/сут, Грушевая – 630 ваг/сут.

В рамках проекта заключен ряд соглашений с ПАО «Новороссийский морской торговый порт», разработана схема взаимодействия автоматизированных систем ОАО «РЖД» и порта в оперативном режиме, реализован алгоритм расчета плана подвода поездов с помощью системы ДИЛС.

При планировании очередности подвода к припортовым станциям поездов учитываются множество критериев, таких как: сроки доставки грузов, занятость складов и емкостей, план погрузки на суда по судовым партиям, ассортимент грузов и заказ порта на подвод вагонов, перерабатывающая способность грузовых фронтов, учет признаков «договорной» поезд и по «прямому варианту» и т.д.

Переход к прогрессивной технологии перевозок насыпных грузов в морские порты с использованием маршрутных поездов предполагает консолидацию пунктов отправок [36].

Например, для зерновых грузов, существующий алгоритм организации маршрутного поезда включает следующие этапы [36]:

1. Зерно консолидируется на элеваторе или станции отправления.
2. Между станцией отправления и станцией назначения курсирует маршрутный поезд из 50-70 вагонов.
3. При необходимости грузовладелец оформляет коносамент на судовую партию грузов.
4. Поезд отправляется со станции отправления по расписанию.
5. Поезд прибывает на станцию назначения по расписанию.
6. Без сортировки по виду груза и грузовладельцам поезд подается на портовые пути для погрузки зерна на судно.

В настоящее время для обеспечения стабильной работы портов мощности терминалов должны быть на 20 % больше фактического объема перевалки [95].

Значительный прирост объема грузоперевозок в 2025 г. ожидается в отношении зерновых грузов (66 %), леса (34 %) и черных металлов (25 %) (рисунок 1.18), что увеличит нагрузку на транспортную инфраструктуру и создаст дополнительную мотивацию для развития технологий перевозки, изменения логистики доставки грузов с целью сокращения транспортной составляющей в цене товара.

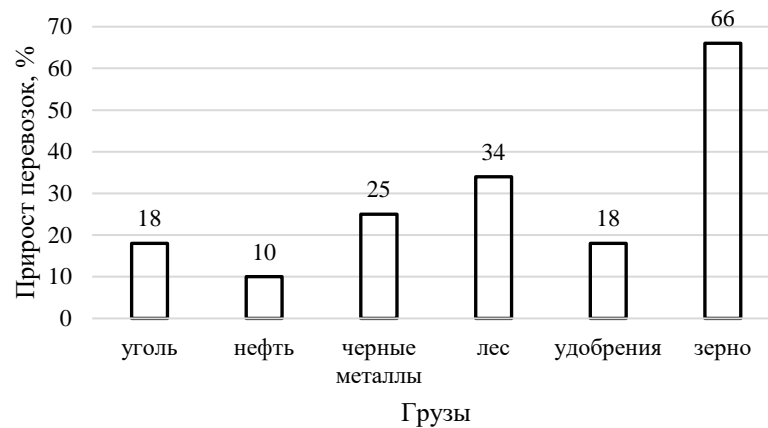


Рисунок 1.18 - Прогноз прироста объемов перевозок железнодорожным транспортом в 2025 году по отношению к 2015 году

Рассматривая перевозки насыпных грузов (зерновых, угля и минеральных удобрений), необходимо отметить, что они часто имеют сезонный характер.

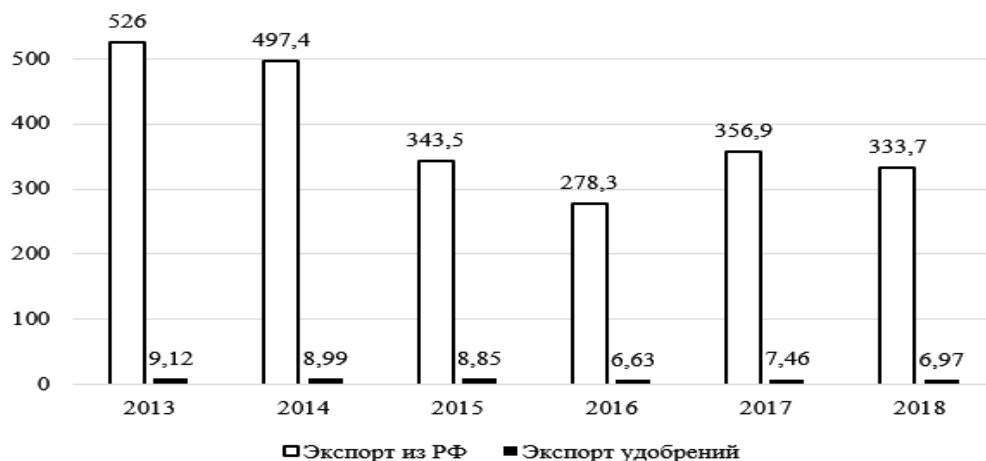


Рисунок 1.19 - Экспорт минеральных удобрений из РФ (10⁵ тыс т)

В связи с тем, что рынок минеральных удобрений в России ориентирован, в основном, на экспорт (в 2017 г. экспорт составил 35,7 млн т), он монополизирован и является импортонезависимым.

Производство минеральных удобрений, в том числе исключительно на экспорт, осуществляется несколькими компаниями: ПАО «Уралкалий», АО «ОХК «Уралхим»», АО «ФосАгроЧереповец», ПАО «Акрон», ОАО «Тольяттиазот», АО «Новомосковская акционерная компания «Азот»», ОАО

«Невинномысский Азот», КАО «Азот», ОАО «Минудобрения», ПАО «Дорогобуж».

Перевозки насыпных грузов согласно «Инкотермс-2000» производят в основном по режимам FOB («свободно на борту») и FAS («свободно вдоль борта судна»).

Основной вид логистического обслуживания при перевозке насыпных грузов – 3PL/4PL или 2PL/3PL. Так называемая «Виртуальная логистика» - 5PL, также находит своего клиента, пока только на определенных маршрутах с использованием определенных видов транспорта, но из-за различных политических, экономических причин недостаточно развита.

Заслуживает внимания зарубежный подход к организации в США перевозок зерна речным транспортом (баржи) в зонах его доступности, чему способствует расположение рек Миссисипи и Миссури. Автомобильный транспорт используется в основном на короткие расстояния, чаще всего на начальных этапах транспортировки, железнодорожный конкурирует с речным на дальние расстояния при осуществлении перевозок на внутренний рынок вглубь страны. Важность перевозок зерна баржами подтверждается тем, что четыре из десяти барж принадлежат зерновым компаниям (ConAgra, Bunge, ADM), которые контролируют около 40 % всех барж США. Железной дорогой зерно перевозится как правило поездами, состоящими из не менее 50 вагонов, что позволяет взимать более низкий тариф и оставаться конкурентоспособными [165,175,177,182,183,185].

В общем, можно выделить три логистических цепочки поставок зерна в США: 1) экспорт насыпного зерна, 2) насыпное зерно для внутреннего рынка, 3) экспорт контейнерных специализированных зерновых продуктов. Каждая из этих цепочек поставок связана со своей собственной инфраструктурой. Основная система экспорта больше всего зависит от речной навигации и железнодорожных магистралей для достижения морских портов.

В Германии создана фирма Transfracht International, являющейся дочерним предприятием АО «Германские федеральные железные дороги»,

которая активно сотрудничает с транспортными фирмами разных видов транспорта, а также с банками страны и является основой организации мультимодальных перевозок Германии, в том числе для насыпных грузов.

В **Венгрии** на основе кооперации трех железнодорожных станций, используют интермодальную технологию, которая объединяет собой железнодорожные и автомобильные предприятия при поддержке транспортных фирм Австрии и Германии, которые предоставляют свой подвижной состав при перевозках в международном сообщении.

В **Польше** развитие мультимодальных систем основывается на перевозках грузов в контейнерах во внутреннем сообщении и организацией транзита контейнеров грузовыми поездами, имеющими постоянный состав в международном сообщении в рамках организации «Интерконтейнер» [21].

Транспортировка экспортного зерна в **Аргентине** осуществляется в основном автомобильным транспортом, несмотря на наличие сети железных дорог. Отсутствие современной сети элеваторов определяет автотранспорту дополнительную роль – склада «на колесах». Использование преимущественно автотранспорта обусловлено также небольшими расстояниями перевозок зерна – около 350 км.

Перевозка зерновых грузов в **Канаде** осуществляется, в основном, железнодорожным и автомобильным транспортом. Также, как и в США, автомобильный транспорт задействован, как правило, на начальном этапе. Все перевозки зерновых на экспорт в Канаде осуществляются через системы бронирования автомобилей и вагонов. Железные дороги размещают информацию о имеющемся количестве вагонов и авто, а также возможных маршрутах, на основании которой происходит бронирование.

В таблице приводится сводная информация о логистических обязательствах зарубежных перевозчиков и производителей (таблица 1.8).

Логистические обязанности зарубежных перевозчиков
и производителей насыпных грузов [165,175,177,182,183,185]

Компании-перевозчики	Установить годовой (прогнозируемый) и недельный (скорректированный) потенциал подвижного состава
	Предоставить компаниям-производителям варианты предварительного бронирования подвижного состава
	Разделить подвижной состав между компаниями-производителями
	Найти подвижной состав в заранее определенных местах и в определенное время
Компании-производители	Организовать предварительные заказы подвижного состава
	Координировать наличие подвижного состава и время погрузки с диспетчерами
	Взаимодействовать с грузовыми терминалами, чтобы обеспечить своевременный поиск подвижного состава
	Координировать параметры поставки (объем, класс, местоположение, время)
Логистические компании	Организовать предварительные заказы подвижного состава
	Координировать и передавать заказы компаниям-производителям
	Выделять подвижной состав компаниям-производителям

В Австралии конкуренция между автомобильным и железнодорожным видами транспорта особенно остра. Способствует этому обстоятельству расположение мест произрастания зерновых – вдоль побережья в непосредственной близости к портам (расстояние до порта составляет около 350 км). Основным поставщиком экспортного австралийского зерна является компания АWB (монополист австралийского экспорта зерна), которая заключает контракты с мелкими производителями и получает зерно непосредственно в порту. Поставка зерна в порты для экспорта осуществляется непосредственно производителем и за его счет.

Таким образом, наличие большого количества зарубежных частных грузовых железнодорожных компаний, а также автоперевозчиков способствует развитию конкуренции между ними. Сложность управления транспортными системами, обусловленная масштабами его деятельности, взаимосвязью со всеми отраслями экономики и рядом других факторов,

предопределяют необходимость использования различных методических подходов.

Вопросам использования математических методов планирования и управления деятельностью транспорта, исследованиям комплексных транспортных проблем, общих методов управления транспортными процессами посвящено большое количество научных работ отечественных авторов: В.М. Акулиничева [2], В.В. Багиновой [5-7], Д. Дрю [35], Е.В. Казанского, Л.В. Канторовича [48], И.Г. Козовского [58], В.И. Колесникова [59], Е.К. Коровяковского, А.Г. Котенко [61], Б.А. Левина, С.В. Милославской, Л.Б. Миротина, В.Н. Морозова, В.Я. Негрея [116], В.М. Николашина, В.Н. Образцова [104], Ю.О. Пазойского, В.А. Персианова [110,111], Н.В. Правдина, Э.А. Позамантира, С.М. Резера, П.Б. Романовой [120], В.М. Сая [123], А.А. Смехова и др.

Ученые-транспортники давно занимаются вопросами обоснования эффективности форм транспортного обслуживания перевозок грузов (в т.ч. насыпных) с участием портов. Развитие методов и принципов взаимодействия различных видов транспорта, а также разработка общих подходов, методов и принципов перевозок экспортных грузов представлены в работах авторов: А.С. Балалаева [9,10], А.П. Батурина [12], Р.Н. Беккулов [16], А.Ф. Бородина [19,20], В.Н. Зубкова [45,46], С.Ю. Елисеева [38,39], И.А. Елового, Т.И. Каширцевой [52], П.А. Козлова [54-57], В.В. Костенко, А.Ф. Котляренко [85], П.В. Куренкова [84,86], В.А. Макеева [91], Э.А. Мамаева [92-94], А.Н. Рахмангулова [117-119,136], П.К. Рыбина, Ф.И. Хусаинова [143,144], О.Н. Числова [149-159] и др.

В исследовании процессов доставки грузов авторы работ [14,127] отмечают, что наибольшее значение в оценке эффективности имеют продолжительность цикла перевозки и своевременность доставки. В работе [130] в качестве критериев оценки качества перевозок предлагается время выполнения цикла заказа и его стабильность, способность изменять запрашиваемое время доставки заказа. В ряду наиболее важных показателей

мультимодальной перевозки различными авторами [63,133] приводится среднее время транспортировки, вероятность выполнения доставки, время доставки с заданной вероятностью, оборот вагона.

Анализ работ [14,63,127,130,133,170,184], посвященных исследованию вопросов эффективности перевозок, показывает, что в современных условиях все участники перевозки в той или иной степени заинтересованы в выполнении срока доставки, снижении оборота подвижного состава, обеспечении ритмичности перевозок при взаимодействии нескольких видов транспорта. Всё сказанное необходимо для выполнения эффективной, в первую очередь, в экономическом отношении, перевозки и имеет временную сущность т.к. в качестве основания экономической выгоды выступает время в различных проявлениях. В целом при распределении грузопотоков решаются две основные экономические задачи: обеспечение полезности транспортного пространства и сокращение времени перевозки [87].

Повышение качества работы транспортных систем за счет оптимального распределения грузопотоков, их оптимизации представлены в научных трудах: О.И. Авена [1], Б.И. Алибекова [3], В.Г. Галабурды [28-30], И.П. Гордона, М.И. Денисова, Д. Дрю [35], С.В. Дэльза [36], Москвичева О.В. [98-100], А.Т. Осьминина [106-108] и др.

Проблема распределения грузо- и вагонопотоков в транспортных сетях решается различными методами [153,164,167] и актуальна для любой территории, на которой осуществляется движение транспортных единиц по «жесткой» инфраструктуре. Исследованию вопросов, связанных с оптимизацией распределения грузопотоков, направленных в адрес портов и рассматриваемых в рамках мультимодальных систем, посвящено большое количество работ, опубликованных в последнее время.

Например, в [49] приводится обоснование развития складской инфраструктуры региона с учетом заданных направлений распределения грузопотоков. Оптимизация производится по трем критериям: транспортной работе, времени и стоимости перевозок.

В [88] рассматриваются проблемы стратегического управления транспортной системой на основании оптимизации грузопотоков. В работах [167,168] изложен подход к нахождению оптимального распределения грузопотоков, который основан на построении экономико-географической модели рассматриваемого железнодорожного полигона, позволяющий получить соответствующую территориальную картину рынка транспортных услуг. Комплексно вопросы развития транспортных систем и управления грузовыми потоками в них рассматриваются в [168].

В работе [9] представлены причины снижения качества перевозок при организации смешанных перевозок и приводится анализ существующей технологии организации мультимодального взаимодействия и его совершенствования с помощью работы логистических центров. В [17] авторами описаны различные режимы распределения грузов в транспортной сети с участками большой протяженности и большим количеством промежуточных станций с помощью методов динамического моделирования.

Влияние конкурентной борьбы на функционирование транспортно-технологических систем, а также вопросы, относящиеся к «зеленой» логистике, то есть напрямую связанные с понятием социальной ответственности бизнеса рассмотрены в [179].

На каждом уровне управления транспортной системой существует ряд задач, методы решения которых необходимо совершенствовать для ее эффективного функционирования (таблица 1.9). Оптимизация параметров транспортных сетей и прогнозирование грузовой базы транспорта на стратегическом, непосредственно концентрация и распределение грузо- и вагонопотоков и оптимизация параметров технических средств (включая подвижной состав) на тактическом и высокий уровень качества взаимодействия видов транспорта на оперативном уровнях – важные составляющие организации транспортного процесса.

Модели и методы распределения грузо- и вагонопотоков в ТТС

Уровни управления	Задачи	Модели и методы	Результаты
1. Прогнозный	1.1 Определение удельных транспортных затрат по перевозке насыпных грузов	1.1.1 Модели и методы прогнозирования [28,35,48, 134 и др.] 1.1.2 Модели определения кратчайших путей [58,104, 148 и др.] 1.1.3 Методы решения сетевой транспортной задачи [1,35,48, 134 и др.] 1.1.4 Методы экономико-математического моделирования [2,13,43,167 и др.] 1.1.5. Методы теории вероятностей и математической статистики [24,110,112,134 и др.]	Оптимизация параметров транспортных сетей и прогнозирование грузовой базы транспорта при перевозке насыпных грузов
	1.2 Размещение транспортных узлов и производств	1.2.1 Модели размещения производства [137,150 и др.] 1.2.2 Модели размещения транспортных узлов, сортировочных станций [140,150 и др.] 1.2.3 Аналитические методы моделирования [41,124,128,134,174 и др.] 1.2.4 Методы теории графов [27,141,172 и др.]	
	1.3 Создание резервов пропускной и провозной способностей транспортных систем для транспортировки насыпных грузов	1.3.1 Модели теории запасов 1.3.2 Методы кластеризации [100,137, 156 и др.] 1.3.3 Методы теории графов [27,141,172 и др.] 1.3.4 Методы имитационного моделирования [54,56,57,134 и др.] 1.3.5 Методы регрессионного анализа	
2. Текущий	2.1 Прогнозирование производства и потребления насыпных грузов	2.1.1 Модели прогнозирования [35,48,134 и др.] 2.1.2 Методы системного анализа [94, 119 и др.]	Концентрация и распределение грузо- и вагонопотоков, оптимизация параметров технических средств (включая подвижной состав) для перевозок насыпных грузов
	2.2 Определение параметров транспортных потоков с учетом грузопотока с мест погрузки (производства)	2.2.1 Модели определения кратчайших путей [58,104, 148 и др.] 2.2.2 Методы решения сетевой и матричной транспортной задачи [1,35,48, 134 и др.] 2.2.3 Модели размещения производства [150,137 и др.] 2.2.4 Модели прогнозирования [35,48,134,161 и др.] 2.2.5 Методы кластеризации [100,156 и др.] 2.2.6 Методы теории массового обслуживания [105,122 и др.]	
	2.3 Управление перевозками насыпных грузов	2.3.1 Методы маршрутизации перевозок [106 и др.] 2.3.2 Методы определения ПФП на железнодорожном транспорте [89,107 и др.]	
3. Оперативный	3.1 Определение надежности работы стыковых пунктов транспорта	3.1.1 Методы календарного планирования [33,57,140,147 и др.] 3.1.2 Методы разработки графиков подвода транспортных потоков к местам стыковки видов транспорта [34,45,85,135 и др.] 3.1.3 Методы динамического программирования	Качество взаимодействия видов транспорта

Анализ научных исследований и опыта перевозок зерновых грузов в ведущих зарубежных странах-экспортерах и основных производителях этого вида товара (США, Канада, Австралия, Китай, Россия, Аргентина, Австралия и др.) говорит о существовании ряда проблем и методов их решения. Несмотря на различие в правовых аспектах, вопрос доставки (зерновых грузов) в порты для осуществления экспорта стоит особенно остро в любой из указанных выше стран. Выбор схемы транспортировки (зерна) в значительной степени зависит от местоположения районов производства (произрастания зерновых).

Научные разработки в области распределения узловых грузопотоков представлены работами известных зарубежных ученых и логистов: Т. Гулея [171], Поттгоффа Г. [115], Г. Ричардсона [180], А. Робинсона [181], Л. Форда [139], Ф. Хейта [142] и др.

В своей работе [115] Г.Поттгофф рассматривает работу железнодорожного транспорта с точки зрения системного подхода и применения экономико-математических методов. Автор приводит большое количество различных математических моделей, в которых использует экономико-математические методы, методы теории вероятностей, математического программирования и др.

Работы Ф.Хейта лежат в основе теории транспортных потоков. Отметим, что мнение Ф.Хейта [142] о несогласованности терминологии, несовершенстве транспортных технологий и отсутствия единой методологии транспортных процессов справедлива и для современного положения в транспортной науке.

Развитие торгово-экономических отношений во все времена являлось стимулом для развития транспортных технологий. В настоящее время публикуется значительное количество научных работ в различных сферах транспортировки грузов, в частности распределения грузопотоков, маршрутизации, повышению эффективности перевозок экспортных грузов и т.д.

В [173] изучаются выполняемые портами операции и определяется их жизненный цикл. Аналитическая модель маршрутизации грузопотоков, основанная на принципах теории управления запасами и объясняющая, насколько тесно организация грузовых перевозок связана с характеристиками отношений

отправителя и получателя, представлена в работе [170]. Ритмичность перевозок отражает их эффективность при организации взаимодействия различных видов транспорта, этот факт отражен в работах [170,184]. В [162] представлена мультирегиональная модель транспортировки продуктов питания, имеющих различные условия перевозки. Модель позволяет оценить риски при транспортировке, в том числе величину дополнительных провозных способностей в случае сбоев.

Проблема маршрутизации грузовых поездов отражена в [164]. В работе предлагается вариант расчета возможного маршрута для каждого предложенного грузового поезда таким образом, чтобы суммарное время всевозможных задержек была минимальной. Авторы предлагают научный подход к маршрутизации, которая реализуется на полигонах транспортных коридоров и сложных транспортных систем.

В [174] представлены концептуальные и математические модели поставок зерна, включающие работу нескольких видов транспорта, в частности автомобильного и железнодорожного. Разработана схема поставок, позволяющая увеличить пропускные способности железнодорожных линий.

Отметим, что, несмотря на перечисленные отличия в транспортировке насыпных грузов в разных странах мира, существуют общие проблемы, связанные с хранением, использованием технических средств и инфраструктуры, организацией грузовых отправок, а также применением эффективной маршрутизации [178].

1.5 Проблемы и перспективы повышения эффективности транспортно-технологического взаимодействия в мультимодальных системах перевозок насыпных грузов

Наиболее распространенным способом повышения эффективности перевозок массовых насыпных грузов является организация маршрутных поездов и применение технологии перевозки по «прямому» варианту [97,109]. В связи с

распространением информационных технологий по отношению ко всем элементам систем управления перевозками, и с учетом роста объемов перевозок важной задачей стало формирование единого информационного пространства перевозочного процесса [79].

Несмотря на принимаемые меры, имеют место системные факторы ограничения транспортных возможностей перевозчиков: дисбаланс функциональных возможностей различных элементов транспортно-технологических систем; низкий уровень маршрутизации массовых насыпных грузов; сезонность перевозок насыпных грузов; распыленность пунктов погрузки; ограничение пропускных способностей элементов транспортно-технологических систем, в т.ч. связанные с форс-мажорными обстоятельствами; экономические препятствия, связанные с изменением конъюнктуры мирового рынка и другие.

Наличие в Северо-Кавказском экономическом районе большого количество морских портов, ставит естественно возникающую задачу, их взаимовыгодного сотрудничества и эффективной работы как каждого из субъектов, так и в целом региональной припортовой транспортной системы.

Создание на территории ЮФО крупных терминально-логистических комплексов, формирование мультимодальных центров позволит снизить затраты на обработку насыпных грузов, оптимизировать грузопотоки и наладить эффективное взаимодействие различных видов транспорта [23].

В настоящее время постоянно увеличивается количество проектов развития транспортной инфраструктуры Южного региона, несмотря на еще не полностью осуществленные проекты «Транспортной стратегии РФ на период до 2030 года», в частности связанные с присоединением новых субъектов Федерации, что говорит о заинтересованности государства в развитии Южного региона посредством развития транспортной сети. Технологический прорыв, часто невозможен без изменения технических параметров используемой инфраструктуры.

SWOT-анализ работы регионального транспорта представлен в таблице 1.10.

SWOT-анализ работы транспорта в регионе

Сильные стороны (S)	Слабые стороны (W)
<ul style="list-style-type: none"> - инновации в работе транспорта; - применение принципов клиентоориентированности; - регулярное обучение сотрудников, повышение уровня квалификации; - развитие собственных технологий в соответствии с запросами клиентов. 	<ul style="list-style-type: none"> - старение основных фондов; - текучесть кадров; - отказы технических средств; - несоответствующее техническое состояние инфраструктуры [73].
Возможности (O)	Угрозы (T)
<ul style="list-style-type: none"> - независимость от погодных условий; - конкурентные преимущества; - расширение рынка транспортных услуг; - развитие планирования и технологий перевозок. 	<ul style="list-style-type: none"> - несовершенство региональной транспортной логистики; - недостаточная пропускная способность инфраструктуры; - зависимость портов от погодных условий; - конкуренция [71].

В связи с внедрением технологии организации движения поездов с согласованным временем прибытия и отправления и, повышенной ответственностью перевозчика, связанной с этим, существует опасность увеличения сверхнормативного времени проследования грузовых поездов по полигону СКЖД, следующих не по «твердым» ниткам графика. Таким образом, существование одновременно в графике движения поездов приоритетных ниток грузовых поездов наряду с большим количеством пассажирских, особенно в летний период, несет за собой ряд проблем, связанных с организацией движения поездов на полигоне СКЖД, которые требуют оперативных управленческих решений [69, 72, 80].

Изменение структуры управления перевозочным процессом, а также преследование образовавшимися компаниями коммерческих интересов определяют внутренние бизнес-процессы каждого из участников перевозок, технологию взаимодействия с другими участниками, а, соответственно, и показатели качества перевозок в целом.

Уровень развития железнодорожной сети, ее разветвленность, на сегодняшний день позволяет разрабатывать множество вариантов накопления и

перевозок грузов на южных территориях. Кластеризация элементов транспортно-технологических систем – одно из наиболее перспективных направлений развития экономики регионов. Высокая концентрация транспортных путей на подходах к морским портам Азово-Черноморского бассейна предопределяет конкуренцию на рынке транспортных услуг, как между видами транспорта, так и внутривидовой между субъектами транспортного процесса.

Наряду с развитием транспортной инфраструктуры для поддержания высокого уровня транспортного обслуживания необходимо применение различных методов оптимизации транспортных процессов с позиции комплексного подхода и учета интересов всех участников.

Для совершенствования функционирования систем обеспечения перевозок насыпных грузов необходимы:

- Исследование ТТС с помощью теории систем, системного подхода.
- Разработка механизма формирования системы кластеров в региональной ТТС, включающей погрузочные, портовые кластеры и кластеры портов.
- Оптимизация процедуры формирования железнодорожных маршрутных отправок в границах погрузочных кластеров.
- Развитие подходов к организации систем транспортировки на основе мультиагентности перевозочного процесса.
- Развитие системы оценки функциональных возможностей элементов ТТС для организации международных перевозок грузов.
- Совершенствование систем поддержки принятия управленческих решений, связанных с управлением системами транспортировки грузов.
- Развитие методов оценки работы системы управления транспортировкой на основе интегрального показателя качества.
- Разработка модели управления распределением грузопотоков в региональной транспортной системе с учетом мультиагентности перевозочного процесса.
- Развитие системы критериев оценки перевозочного процесса и методов расчета параметров уникальной перевозки насыпных грузов.

Выводы по первой главе

Экспорт зерновых грузов из РФ на протяжении значительного времени сохраняется на высоком уровне и прогноз определяет его рост в перспективе. 40 % указанной номенклатуры грузов перевозится железнодорожным транспортом, что говорит о высоком уровне конкуренции в этом сегменте между различными видами транспорта и перспективах мультимодальных перевозок насыпных грузов при сохранении тенденции к расширению рынков сбыта.

Наиболее существенной грузовой базой для массовых перевозок на Юге России, являются каменный уголь и зерновые грузы. Выигрышное расположение производств минеральных удобрений, мест добычи угля, а также территорий произрастания зерновых относительно портов Азово-Черноморского бассейна по сравнению с другими регионами позволяет сделать вывод о наиболее конкурентоспособной транспортной составляющей в цене этих товаров, перевозимых на экспорт через порты Юга России.

Для оптимизации функционирования транспортно-технологической систем используются методы кластеризации, экономико-математического моделирования, кибернетики, эконометрики, математической статистики, методы теории массового обслуживания, теории графов, и другие. Несмотря на достаточно развитый математический аппарат, применяемый для моделирования транспортных процессов, само по себе их применение не может дать полноценной системной оценки работы транспортно-технологической системы. Кроме непосредственного применения математических методов, необходима разработка оптимизационных мер для соблюдения баланса интересов всех участников перевозочного процесса.

Несмотря на большое количество научных работ в данной области, новая действительность, заключающаяся в необходимости реализации экономических, временных и других выгод участников транспортного процесса наряду с ресурсосбережением, ставит задачи по оптимизации управления грузопотоками и транспортными процессами в соответствии с запросами субъектов

транспортировки. Качество перевозки не оценивается с позиции выполнения определенных общих эксплуатационных показателей, для каждого участника перевозки показатели качества будут отличаться. Таким образом, необходимо комплексное развитие методов поиска эффективных форм транспортно-технологического взаимодействия при перевозках насыпных грузов на принципах экономичности, рациональной загрузки инфраструктуры и эгалитарности (соблюдения интересов сторон).

Структура исследования представлена на рисунке 1.20.



Рисунок 1.20 – Структура диссертационного исследования

2. МОДЕЛИ ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНЫХ ФОРМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГРУЗОПОТОКОВ НАСЫПНЫХ ГРУЗОВ В ПРИПОРТОВЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ

2.1 Концептуальная модель формирования региональных транспортно-грузовых кластеров

При организации перевозок насыпных грузов особое значение имеет факт сезонности и колебание цен на рынке перевозимых товаров. В момент повышения экспортной цены резко увеличивается количество заявок на перевозку грузов. По причине требуемой оперативности организации перевозок грузов на экспорт для хранения партий насыпных грузов желательно использовать склады с большой емкостью и производительностью.

Известно, что для определения пригодности склада для выполнения определенных транспортно-логистических операций в научной литературе предлагается использовать следующие термины - «мощность источника» [115], которая определяет отдачу транспортной массы в единицу времени (разгрузку источника), или «коэффициент оборота складской емкости» [25], представляющий собой отношение грузооборота к емкости.

В настоящей работе предлагается использовать авторский показатель - «коэффициент динамики грузовой массы», который отражает функциональные возможности склада насыпных грузов. Таким образом, этот коэффициент дает понимание погрузочных возможностей конкретного склада с учетом фактической работы погрузочных устройств в конкретное время без усреднения параметров используемого подвижного состава и с учетом особенностей номенклатур насыпных грузов, что ранее не учитывалось. Кроме этого, предлагаемый коэффициент отражает не только технологические параметры работы складов насыпных грузов, но и качественные возможности склада: темп/скорость/интенсивность передачи грузов с мест погрузки.

Для определения в погрузочных кластерах пропорций показателей емкости E и производительности Q используем величину динамики грузовой массы – коэффициент $k_{\text{дгм}}$, определяемый относительно E и Q :

$$k_{\text{дгм}} = \frac{E_i}{Q_i}, \quad (2.1)$$

где E_i – емкость i -го склада,

Q_i – производительность транспортного оборудования i -го склада.

Например, для определения потенциальных зерновых кластеров, предлагается использовать элеваторы, которые имеют одинаковые группы по емкости и производительности, а также те, которые относятся к крупнейшим и крупным. В число таких элеваторов, вошли зернохранилища, расположенные на железнодорожных станциях Ангелинская, Белоглинская, Благодарное, Ипатово, Целина, Атаман, Ея, Каневская, Коноково, Кума, Курсавка, Лабинская, Малороссийская, Маслов Кут, Моздок, Морозовская, Ремонтная, Сулин, Тимашевская, Трубецкая [81].

Например, для различных элеваторов на полигоне СКЖД рассчитаны значения динамики грузовой массы и определена линия тренда ($y = 241,04e^{-0,018x}$) (рисунок 2.1).

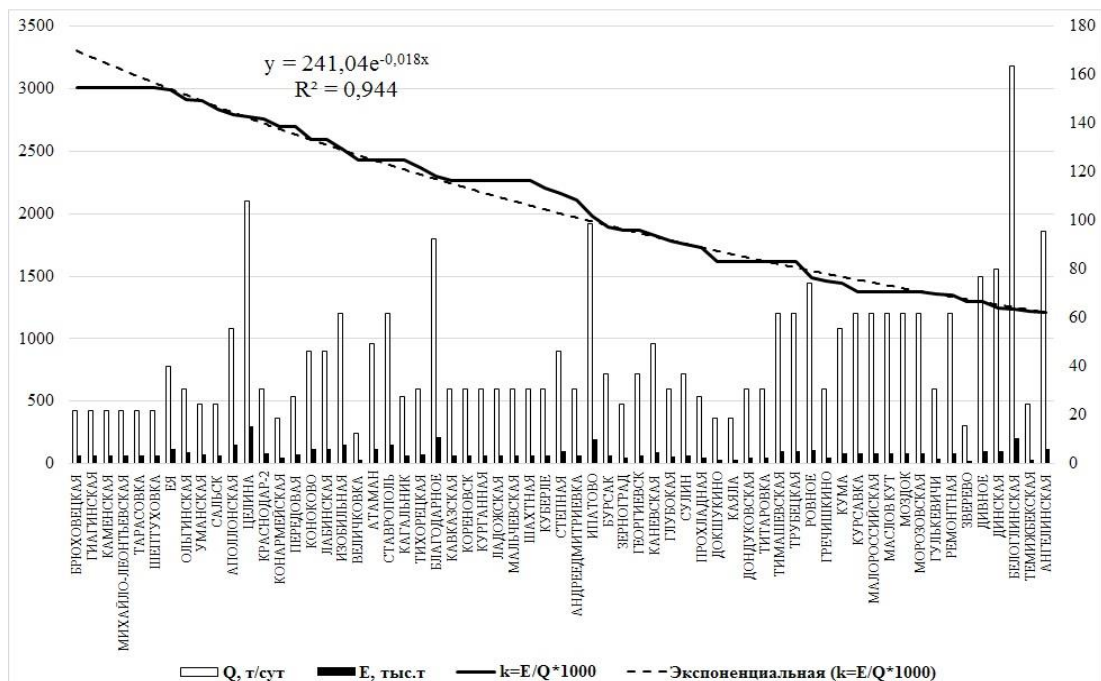


Рисунок 2.1 – Динамика грузовой массы элеваторов

Сплошной линией на рисунке 2.1 показана зависимость $k_{\text{дгм}}$ от E и Q , пунктирной – соответствующая сглаженная экспоненциальная кривая. В результате получено, что при

$$k_{\text{дгм}}^{\min} = f(E^{\min}, Q^{\max}) ; k_{\text{дгм}}^{\min} = 62,25,$$

$$k_{\text{дгм}}^{\max} = f(E^{\max}, Q^{\min}) ; k_{\text{дгм}}^{\max} = 154,76.$$

При этом интерес вызывают группы складов, совпадающие по емкости и производительности или по емкости выше, чем по производительности [159] с $62,25 \leq k_{\text{дгм}} \leq 154,76$, которые рассмотрены далее.

Для эффективного взаимодействия видов транспорта, необходимо организовать качественное функционирование не только транспортных систем, но и обеспечивающих перевозки складских систем.

Рассмотрим инфраструктурно-технологические особенности транспортировки насыпных грузов на примере Южного региона России. Целью данного исследования является выявление накопительных мощностей, на базе которых возможно создание транспортных **погрузочных кластеров** для организации экспортных перевозок насыпных грузов. Задачи исследования включают ранжирование складских мощностей, расположенных на полигоне СКЖД, выявление факторов, определяющих функциональные перспективы хранилищ в планируемых цепях поставок, выявление наиболее подходящих для цели исследования объектов инфраструктуры, а также повышение уровня маршрутизации и расширения возможностей использования технологий «Грузовой экспресс» (технической маршрутизации и следования грузовых поездов по расписанию). Решение поставленных задач обеспечивается использованием и развитием подходов в методах: ABC-анализа, выборочном, гравитационном методе Шеффлера–Вебера и их сравнения.

На полигоне Северо-Кавказской железной дороги, включающей несколько регионов, крупных производителей зерновых, угля, минеральных удобрений, расположено большое количество складов для насыпных грузов различной мощности. Их разнообразие, количество и распыленность представляют сложность

при выборе наиболее эффективных вариантов накопления груза для последующей их транспортировки в адрес глубоководных и малых портов АЧБ.

Для формирования маршрутной отправки несколькими грузоотправителями необходимо четко обозначить условия реализации технологии в конкретных инфраструктурных условиях. Оценка возможностей транспортно-складской инфраструктуры с применением метода кластеризации предлагается в качестве основы для построения схем формирования технических маршрутов на железнодорожном транспорте.

Например, на Северо-Кавказской железной дороге (СКЖД) реализуется технология продвижения грузопотоков «Грузовой экспресс», основанная на технической маршрутизации, для зерновых грузов в адрес порта Новороссийск со станций Георгиевск, Палагиада, Расшеватка, Светлоград. Станции отправления для данной технологии определены на основании статистических данных по отправлению определенной номенклатуры грузов в адрес станции Новороссийск и далее на экспорт. Определяющим моментом в выборе зерновых грузов для реализации «Грузового экспресса» на СКЖД является стратегическое значение данной категории груза, большая грузовая база в пределах полигона железной дороги, близость к морским портам, что определяет экспортный потенциал, а также необходимость оперативного реагирования на изменения конъюнктуры мирового рынка [67].

Специфика экспортных перевозок часто подразумевает особую оперативность и гибкость в их организации. Одной из необходимых предпосылок оперативности является хранение партий грузов на складах, имеющих одновременно большую емкость и производительность с минимальным дисбалансом этих показателей.

В рамках исследований, для учета необходимых характеристик складов и выбора наиболее крупных из них с последующей кластеризацией предлагается производить по разработанному алгоритму:

1. *Подход*: ABC-анализ складов (элеваторов) [37] по показателям емкости и производительности.

Результат: ранжирование складов на группы А, В (две подгруппы), группа С рассматривается отдельно по каждому из показателей.

2. *Подход:* Объединение складов группы С и более крупных на основе модифицированного гравитационного метода Шеффле–Вебера [156] ввиду малого к ним интереса с точки зрения маршрутизации перевозочного процесса. Для характеристики меры «тяготения» складов используем дробно-степенную функцию гравитационной модели

$$W_{ij}(Q) = \alpha^{(Q)} \frac{\sum_1^i Q_i \sum_1^j Q_j}{l_{ij}^2} \text{ или } W_{ij}(E) = \alpha^{(E)} \frac{\sum_1^i E_i \sum_1^j E_j}{l_{ij}^2}, \quad (2.2)$$

где W_{ij} – величина транспортного потока между объектами транспортно-технологической системы, Q_i , Q_j – производительность транспортного оборудования i -го и j -го складов, l_{ij} – расстояние между i -м и j -м складами, E_i , E_j – емкости i -го и j -го складов, α – коэффициент пропорциональности, который определяется по формуле

$$\alpha^{(Q)} = \frac{Q_{\min}}{Q_{\max}} \text{ или } \alpha^{(E)} = \frac{E_{\min}}{E_{\max}}. \quad (2.3)$$

Чем больше величина показателя W_{ij} , тем устойчивее транспортные связи между складами.

Результат: сокращение объема выборки за счет объединения складов группы С. В итоге выборка состоит из трех групп складов в каждом показателе А, В*, С*, где В*, С* – модифицированные подгруппы.

3. *Подход:* Сравнительный анализ результатов модифицированного ABC-анализа.

Результат: образование групп складов (погрузочных кластеров) с учетом совместных показателей емкости и производительности (группы АА, АВ/ВА, ВВ, ВС/СВ, СС).

4. *Подход:* Выявление складов с необходимой пропорцией показателей емкости и производительности с помощью величины введенного коэффициента динамики грузовой массы $k_{\text{дгм}}$, который рассчитывается по формуле (3.1).

Результат: определены интервалы рациональных значений коэффициента динамики грузовой массы $62,25 \leq k_{\text{дгм}} \leq 154,76$, при котором пропорция показателей емкости и производительности складов наиболее удовлетворяет возможности предоставления условий оперативности при организации перевозок насыпных грузов на экспорт. Результат – выбор складов с необходимой величиной $k_{\text{дгм}}$.

5. *Подход:* Выявление погрузочных кластеров, наиболее удовлетворяющие требованию обеспечения необходимых объемов экспортных перевозок. Чтобы учесть пропорцию указанных показателей и выбрать крупнейшие склады, которые могли бы стать центром погрузочного кластера, учитывая не только их емкость, предлагается, во-первых, выполнить ABC-анализ по двум показателям одновременно. В результате первого шага (таблица 2.1), получим множество складов с различным набором групп по двум указанным показателям (AA, AB, BA и т.д.).

Таблица 2.1

Результат ABC-анализа по емкости и производительности складов

Группа, полученная в результате ABC-анализа		По емкости		
		A	B	C
По производительности	A	AA	AB	AC
	B	BA	BB	BC
	C	CA	CB	CC

Образованные в результате ABC-анализа пары групп имеют либо гомо- либо гетерогенность признаков (рисунок 2.2). В случае гомогенности признаков между показателями емкости и производительности склада нет дисбаланса, т.е. склад по обоим признакам определен в одну группу, в обратном случае определяется дисбаланс показателей работы склада, что говорит о возможных проблемах организации погрузки больших партий груза при организации маршрутных отправок.

а) гетерогенные признаки

AA	AB	AC
BA	BB	BC
CA	CB	CC

б) гомогенные признаки

AA	AB	AC
BA	BB	BC
CA	CB	CC

Примечание: — - однородность признаков

Рисунок 2.2 Характеристика однородности признаков в классификации склада

Для выполнения цели исследования введем понятия укрупненных складских объектов: α , β , γ , δ , ω -складов погрузочного регионального кластера (табл. 2.2).

Таблица 2.2

Модификация результатов ABC-анализа складов по емкости и производительности

Группа, полученная в результате ABC-анализа		По емкости		
		А	В	С
По производительности	А	α -склад	β -склад	0
	В	β -склад	γ -склад	δ -склад
	С	0	δ -склад	ω -склад

По аналогии с теорией иерархии доминирования [166], наиболее мощными по емкости и производительности являются α и β – склады, они преимущественны при выборе центра погрузочного кластера; γ и δ – склады имеют ряд недостатков (например, недостаточная емкость склада), в результате чего второстепенны при выборе центра кластера; ω – склад – нежелательный выбор при определении центра кластера; 0 – вариант с существенным дисбалансом показателей.

При организации перевозок зерновых грузов могут возникать ситуации, когда выбор станции погрузки осуществляется по нескольким признакам, но один из них решающий. В этом случае предлагается обратить внимание на доминирование одного из признаков (таблица 2.3).

Таблица 2.3

Выбор склада с учетом доминирующего признака

Доминантные аллели			Рецессивные аллели		
А	В	С	А	В	С
AA, AB, AC	BA, BB, BC	CA, CB, CC	AA, BA, CA	AB, BB, CB	AC, BC, CC
α -склад, β -склад	β -склад, γ -склад, δ -склад	δ -склад, ω -склад	α -склад, β -склад	β -склад, γ -склад, δ -склад	δ -склад, ω -склад
По показателю производительность склада			По показателю емкость склада		

Результат: α -склад и β -склад – преимущественный выбор группы складов погрузочного кластера при организации перевозок; δ -склад и γ -склад – второстепенный вариант концентрации; ω -склад – нежелательный выбор при организации перевозок; θ – вариант с дисбалансом показателей. Также в результате получено сокращение выборки количества складов.

Примечание: в результате объединения малых складов (группа С) с более крупными, склад может переходить из одной группы в другую (выявлено в результате анализа реальных данных) соответственно схеме, приведенной ниже (рисунок 2.3)

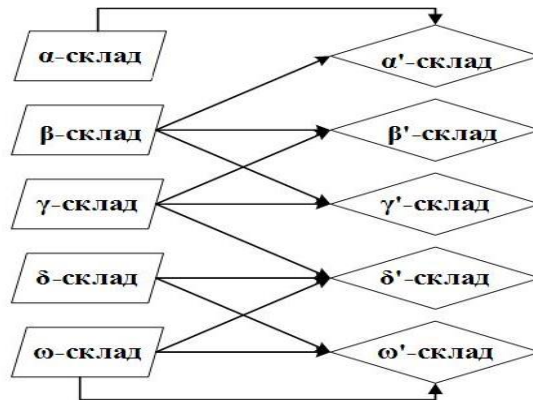


Рисунок 2.3 – Схема перехода параметров складов после объединения (кластеризации)

6. *Подход:* Совместное ранжирование соседних станций погрузки на полигоне дороги по показателю большей емкости склада и выбор лучшей. *Результат* – сокращение выборки.

В дальнейшем, возможно ранжирование с помощью метода эталонов [60,138], для сокращения объема анализа, особенно это актуально для складов с «пограничными» характеристиками (АВ/ВА, СВ/ВС).

Для использования метода эталона для быстрого ранжирования складов, в обучающей последовательности определяются эталоны для каждого класса («средние» представители каждого класса). В нашем случае, для примера, два класса V_1 (АВ) и V_2 (ВА), соответственно, имеется два эталона, которые являются центрами тяжести точек разного класса:

$$X^{\exists 1} = \frac{1}{l_1} \sum_{x^j \in V_1} x^j, \quad X^{\exists 2} = \frac{1}{l_2} \sum_{x^j \in V_2} x^j, \quad (2.4)$$

где l_1 и l_2 – число объектов обучающей последовательности, принадлежащих V_1 и V_2 .

Решение о принадлежности объекта X к тому или иному классу принимается по близости к эталонам

$$X \in V_1, \text{ если } d(X, X^{\exists 1}) < d(X, X^{\exists 2}), \quad (2.5)$$

$X \in V_2$ – в противном случае. Координаты точек исследуемых классов представлены в таблице 2.4. Эти точки определяют обучающую последовательность.

Таблица 2.4

Пример обучающей последовательности при решении задачи распознавания образов

Объект	Станции прирельсовых элеваторов	Производительность элеватора, Q, т/сут x_1	Емкость элеватора, E, тыс.т. x_2	Класс, V, y_i
X^1	Ровное	1440	110	V1
X^2	Дивное	1500	100	V1
X^3	Динская	1560	100	V1
X^4	Светлоград	1800	110	V1
X^5	Спицевка	1800	110	V1
X^6	Буденновск	2100	120	V1
X^7	Крыловская	2100	120	V1
X^8	Минеральные Воды	1800	100	V1
X^9	Зеленокумск	2160	100	V1
X^{10}	Староминская-Ейская	2400	110	V1
X^{11}	Старомарьевская	720	155	V2
X^{12}	Зимовники	960	166,8	V2
X^{13}	Армавир-Ростовский	900	150	V2
X^{14}	Ахтырская	900	150	V2
X^{15}	Аполлонская	1080	155	V2
X^{16}	Изобильная	1200	155	V2
X^{17}	Ставрополь	1200	150	V2
X^{18}	Степная	900	100	V2

Рассмотрим механизм построения разделяющей границы между двумя классами V_1 и V_2 - $g(X)$, заданными своими эталонами $X^{\exists 1} = (x_1^{\exists 1}, \dots, x_n^{\exists 1})$ и $X^{\exists 2} = (x_1^{\exists 2}, \dots, x_n^{\exists 2})$. Середина отрезка $[X^{\exists 1}, X^{\exists 2}]$ определяется вектором $X^0 = (x_1^0, \dots, x_n^0)$, где $x_i^0 = 0,5(x_i^{\exists 1} + x_i^{\exists 2})$.

Искомая прямая проходит через эту точку. Направление ортогональной прямой задается вектором $\bar{a} = \overline{X^{\text{Э2}} X^{\text{Э1}}}$, координаты которого $a_i = x_i^{\text{Э2}} - x_i^{\text{Э1}}$.

Запишем уравнение прямой, проходящей через заданную точку с известным нормальным вектором: $\sum a_i(x_i - x_i^0) = 0$

Соотношение (2.5) отражает условие перпендикулярности двух векторов, разделяющих границы между классами.

Метод эталона дает удовлетворительный результат в случае, когда классы объектов имеют тенденцию к проявлению кластеризованных свойств, т.е. когда точки признакового пространства, соответствующие объектам одного класса, группируются вокруг точки, соответствующей эталону. В нашем случае, согласно формулам, эталоны классов имеют следующие координаты: $X^{\text{Э1}} = (1920; 110)$, $X^{\text{Э2}} = (960; 133,4)$. Середина отрезка X^0 задается координатами $(1440; 121,7)$. Ортогональный (нормальный) вектор имеет координаты: $(-960; 23,4)$. Следовательно, искомое уравнение имеет вид:

$$-960(x_1 - 1440) - 23,4(x_2 - 121,7) = 0$$

После преобразований получим $960x_1 + 23,4x_2 - 1385247,78 = 0$, откуда следует, что $g(X) = 960x_1 + 23,4x_2 - 1385247,78$.

Для исследуемой накопительной системы произведен анализ с целью агрегирования элеваторов в погрузочные кластеры (рисунок 2.4).

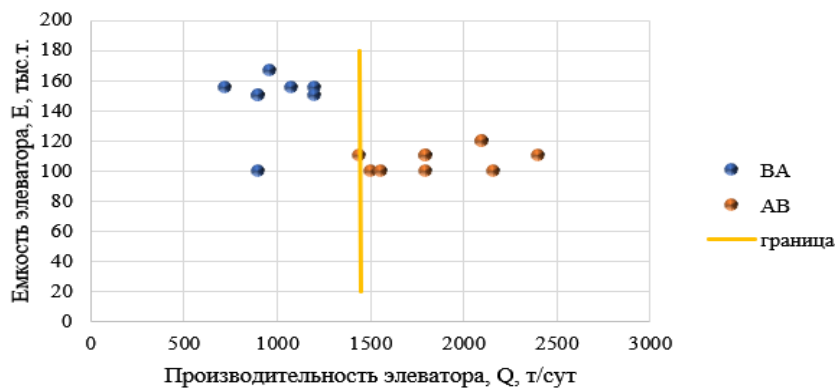


Рисунок 2.4 – Геометрическая интерпретация данных обучающей выборки нейронной сети

Кроме непосредственного ранжирования по мощности, предлагаемая типизация позволяет определять наиболее вероятные «центры» погрузочного кластера.

Кластеризация может применяться не только с целью организации погрузочных кластеров, но, при организации экспортных перевозок необходимо рассматривать еще и портовые кластеры, причем, как в разрезе кластеризации нескольких портов, так и в части кластера «порт-погрузочный кластер».

Формирование кластеров в транспортной сфере целесообразно рассматривать относительно расположения портов Юга на береговой линии Азовского и Черного морей, а также исходя из возможностей их кооперации и взаимовыгодного сотрудничества.

Необходимость данного подхода высказывается во многих научных работах. Например, в работе [62] предлагается совокупность объектов транспортной инфраструктуры, выполняющих различные функции по выполнению мультимодальной перевозки называть «транспортно-логистический кластер» (ТЛК), а авторы в работе [82] определяют прилегающий к порту полигон как «приморское логистическое пространство».

В качестве развития данных подходов в настоящей работе при организации мультимодальной перевозки насыпных грузов предлагается различать три вида кластеров, функционирующих в границах региональной припортовой транспортно-технологической системы и включающих в себя однородные объекты или объекты, осуществляющие единую транспортную функцию: погрузочный кластер, единый портовый кластер и кластер порта.

Погрузочный кластер – совокупность производственно-транспортно-складских объектов, осуществляющих накопление и погрузку грузов, конечной продукцией которых является груженная транспортная единица.

Единый портовый кластер – ряд портов, географически близко расположенных друг относительно друга (единый морской бассейн), выполняющих схожие производственно-транспортно-складские функции по перевалке номенклатур грузов.

Кластер порта – совокупность производственно-транспортно-складских объектов определенного порта с включением тыловых складов, а также «сухого порта» (железнодорожного порта и т.п.).



Рисунок 2.5 – Классификация региональных припортовых кластеров

При формировании указанных видов кластеров могут образовываться «пограничные» зоны – зоны влияния нескольких системных объектов одновременно или, так называемые, «острова» – кластеры, которые имеют тяготение к определенному порту, но не входят в основную структуру кластера. Например, формирование кластеров в транспортной сфере, как части инфраструктуры зернового и угольного кластеров Южного региона целесообразно рассматривать относительно расположения портов Юга на береговой линии Азовского и Черного морей, а также исходя из возможностей их кооперации и взаимовыгодного сотрудничества. Представленная кластеризация позволяет определить границы деятельности портов, исходя из географических особенностей их положения. Формирование отправительских и технологических маршрутных поездов в пределах кластеров портов представляется наиболее рациональным в адрес соответствующего порта с точки зрения его расположения по отношению к пунктам погрузки. Наряду с этим, в образованных при кластеризации объектах «пограничных» зонах и «островных» кластерах, целесообразно рассматривать формирование маршрутов с позиций рыночной кооперации.

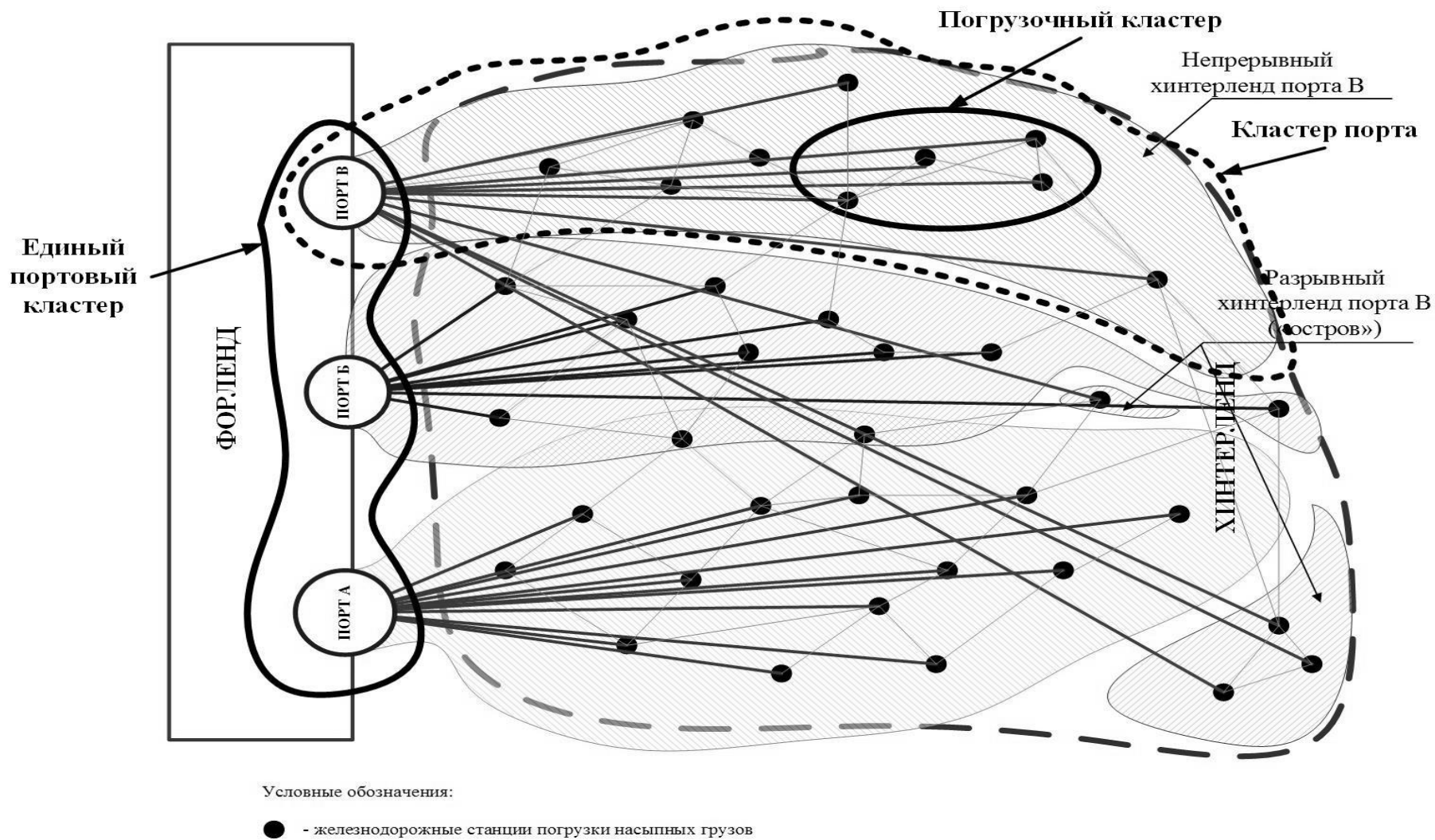


Рисунок 2.6 – Схема кластеризации региональных припортовых производственно-транспортно-складских объектов

2.2 Экономико-математическая модель выбора рационального варианта распределения мультимодальных грузопотоков насыпных грузов

Процесс грузоперевозок в России осуществляется следующими основными участниками (агентами): клиенты (грузоотправители и грузополучатели), перевозчик, владелец инфраструктуры, собственник подвижного состава (оператор). Каждый из указанных субъектов перевозки функционирует в определенной экономической нише. В процессе доставки груза агенты консолидируются договорными обязательствами по отношению к перевозочному процессу (рисунок 2.7) [124].



Рисунок 2.7 – Сэндвич-модель перевозочного процесса

Таким образом, необходимо формирование такой системы организации перевозочного процесса, результатом работы которой станет организация перевозки по заданным клиентом требованиям, с учетом интересов остальных сторон.

Необходимо учесть тот факт, что агенты перевозочного процесса имеют различный экономический статус (монополия, олигополия, функционирование в условиях рыночной конкуренции) и осуществляют единый процесс, исключение любого из ключевых элементов которого приведет к невозможности осуществления транспортной услуги.

Общий подход к результатам организации перевозок в части распределения грузопотоков предполагает бизнес-подход, основанный на взаимовыгодном сотрудничестве.

Таким образом, представляется необходимым применение принципов клиентоориентированности, т.е. учета «пожеланий» клиентов к заявляемой перевозке.

Предлагаемое развитие подходов к организации перевозочного процесса в соответствии с вышесказанным представлено на рисунке 2.8.

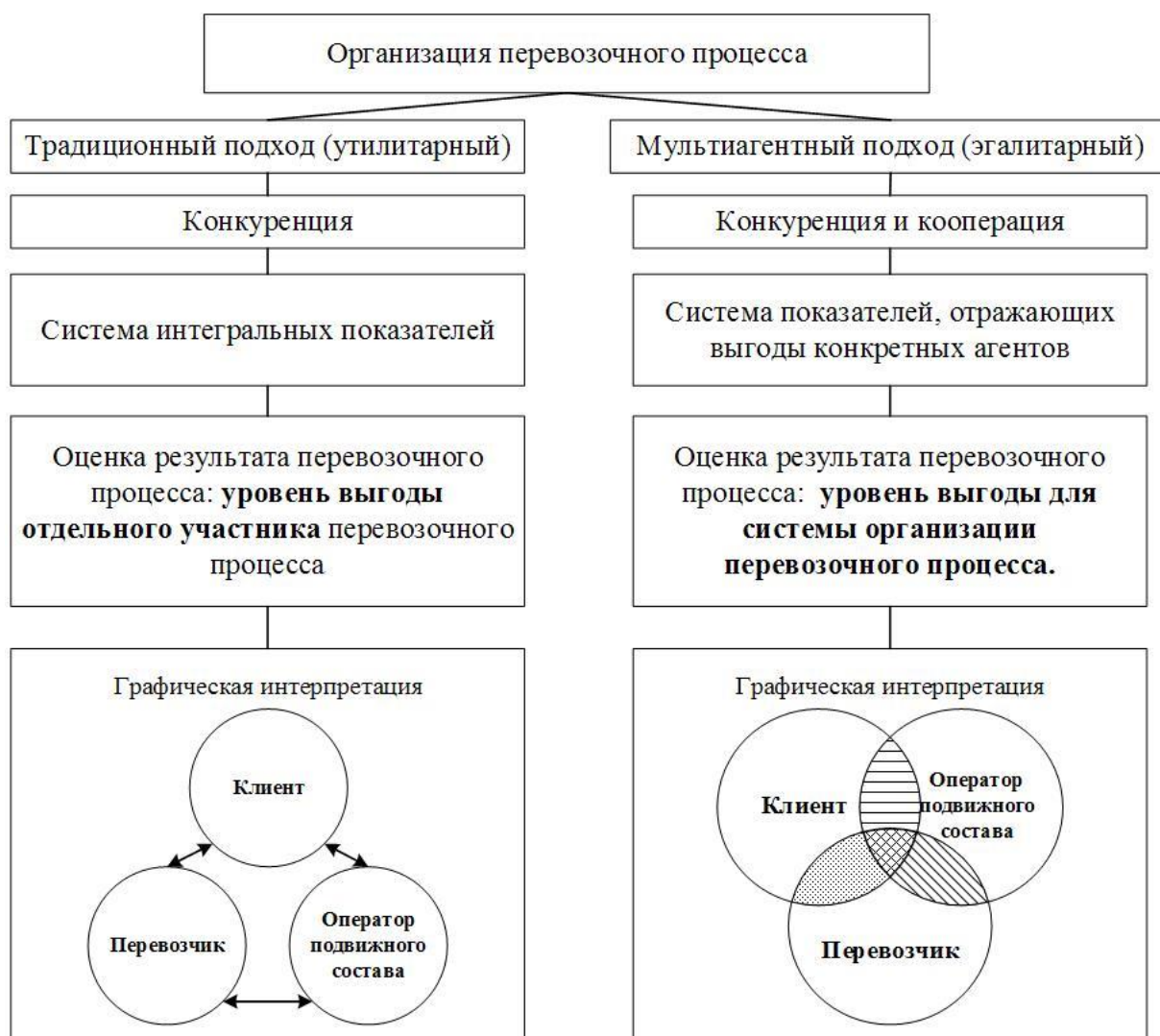


Рисунок 2.8 – Схема организации перевозочного процесса

В подходе, основанном на принципах мультиагентности и эгалитарности, предлагается учитывать интересы различных участников как равноправные в соответствии с эгалитарным подходом в теории благосостояния [101].

Решение при этом реализуется в форме экономико-математической задачи с целевыми функциями, значения которых выражаются в параметрах времени. В качестве таких значений рассматриваются общее время перевозок и суммарное время нахождения на железнодорожном полигоне всех, составляющих план перевозок, маршрутов насыпных грузов при рациональной загрузке портовой инфраструктуры [169].

На основе анализа мощности транспортных потоков насыпных грузов, принципов кластеризации производственно-транспортно-складских региональных объектов выполняется поиск решения оптимизационной задачи распределения грузопотоков.

Постановка задачи: на заданном полигоне припортовой железной дороги, при известных параметрах грузопотоков насыпных грузов и принципах кластеризации применительно к производственно-транспортно-складским объектам, необходимо найти такой вариант распределения грузопотоков между станциями погрузки (погрузочными кластерами), припортовыми станциями выгрузки и портами (портовыми кластерами), при котором суммарное максимальное время доставки всех грузов и расходы на транспортировку были бы минимальными.

Исходные данные:

m – количество станций погрузки (отправления),

n – количество станций выгрузки (назначения),

a_i – число маршрутных поездов, подлежащих вывозу с i -й ($i = 1, 2, \dots, m$) станции погрузки,

b_j – число маршрутных поездов, которые могут быть приняты j -й ($j = 1, 2, \dots, n$) станцией назначения.

Рассмотрим подходы к решению данной транспортной задачи в открытом (I) и закрытом (II) виде:

I – весь запланированный к вывозу груз, находящийся на всех станциях погрузки в количестве $\sum_{i=1}^m a_i$ маршрутов, может быть принят припортовыми станциями, то есть выполняется равенство

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j. \quad (2.6)$$

II – если не предусмотрено выполнение условия баланса, то

$$\sum_{i=1}^m a_i < \sum_{j=1}^n b_j \text{ или } \sum_{i=1}^m a_i > \sum_{j=1}^n b_j \quad (2.7)$$

Неравенство (2.7) означает, что суммарные возможности приема грузов на припортовых станциях превышают подлежащее к вывозу его общее количество, имеющееся на погрузочных станциях или наоборот, т.е. рассматриваемая модель транспортной задачи становится открытой.

Пусть x_{ij} есть число маршрутов по плану маршрутизации (с ограничением $x_{ij} \geq 0$), которые могут быть направлены с i -й станции погрузки на j -ю портовую станцию при начальном подходе к множеству D допустимых планов перевозок (x_{ij}) . Условия плана маршрутизации:

1. На каждой из станций погрузки все запланированные к вывозу маршруты должны быть организованы и выведены;
2. Суммарное число маршрутов, выведенных со всех станций погрузки на каждую из припортовых станций, должно не превосходить числа маршрутов, которое может быть ею принято:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i, \quad \sum_{j=1}^n x_{ij} \leq b_j, \quad (2.8)$$

Рассмотрим временные параметры планов перевозок, где t_{ij} – среднее время следования маршрута на участке между i -й станцией погрузки и j -й припортовой станцией.

Введем ограничения мультиагентного подхода, отражающего интересы участников перевозок как равноправных сторон. В данном контексте и далее имеется ввиду, что ни один из интересов участников не имеет приоритета при организации перевозочного процесса, который в рамках договора может быть обоснован экономическим статусом участника (монополия, олигополия), что

является отражением их прямого действия в рамках перевозочного процесса при условии сохранения экономических выгод участников, функционирующих в условиях рыночной экономики.

Первая целевая функция имеет вид:

$$\tau_1 = \max_{i,j} \{t_{ij} \operatorname{sgn} x_{ij}\}, \quad (2.9)$$

при

а)

$$\operatorname{sgn} x = \begin{cases} -1, & x < 0, \\ 0, & x = 0, \\ 1, & x > 0. \end{cases} \quad (2.10)$$

в силу не отрицательности рассматриваемых значений x_{ij} будут использоваться 2-я и 3-я строки выражения (2.10);

б) возможные значения x_{ij} , представляющие собой количество поездов по плану маршрутизации насыпных грузов, направляемых с какой-либо станции погрузки (кластера) на какую-либо припортовую станцию, весьма незначительны по сравнению с многими сотнями грузовых маршрутов, находящихся в каждый момент времени на рассматриваемом железнодорожном полигоне. Таким образом, вполне допустимо предположение о том, что время t_{ij} не зависит от значений x_{ij} ;

в) τ_1 есть время максимальной по времени перевозки в рассматриваемом плане перевозок (x_{ij}) . Поскольку величиной τ_1 определяется время реализации всего плана, ее называют общим временем перевозок. Заметим, что в задаче целочисленного математического программирования при $\tau_1 \rightarrow \min$ с ограничениями (2.7) и (2.8), оптимальным будет план (x_{ij}) , в котором время максимальной по времени перевозки не превосходит времени максимальной по времени перевозки в любом другом плане.

Вторая целевая функция имеет вид

$$\tau_2 = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n t_{ij} x_{ij}. \quad (2.11)$$

Для каждого плана перевозок (x_{ij}) величина τ_2 представляет собой суммарное время нахождения на полигоне всех маршрутов, посредством которых реализуется этот план. Целевая функция (2.11) может быть рассмотрена как задача целочисленного математического программирования при $\tau_2 \rightarrow \min$ с ограничениями (2.7) и (2.8). В такой ситуации оптимальным является план перевозок, в котором суммарное время нахождения на полигоне всех маршрутов, посредством которых реализуется этот план, не превосходит суммарного времени нахождения на полигоне всех маршрутов, посредством которых реализуется любой другой план.

Для временных показателей перевозочного процесса τ_1 и τ_2 проведем сравнение. Получено, что при $\forall (x_{ij}) \in D$ имеют место неравенства:

$$\tau_1 = \max_{i,j} \{t_{ij} \operatorname{sgn} x_{ij}\} \leq \max_{i,j} \{t_{ij}\} \quad (2.12)$$

и

$$\tau_2 = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n t_{ij} x_{ij} \leq \max_{i,j} \{t_{ij}\} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij} \leq \max_{i,j} \{t_{ij}\} \sum_{i=1}^m a_i. \quad (2.13)$$

С целью оптимизации процессов организации перевозок на направлении следования в адрес j -й станции назначения (порта) рассмотрим еще одну целевую функцию – τ_{j3} , которая является модификацией τ_1 и отражает временные показатели отдельного направления, наряду с функциями τ_1 и τ_2 :

$$\tau_{(j)3} = \max_{i=1, \dots, m} \{t_{ij} \operatorname{sgn} x_{ij}\} \quad (j = 1, 2, \dots, n). \quad (2.14)$$

$$\tau_{j3} \leq \tau_1.$$

Охарактеризуем временные показатели перевозочного процесса τ_1 , τ_2 и $\tau_{(j)3}$:
– время τ_1 (исчисляемое в сутках) является показателем плана перевозок (x_{ij}) , которым выражается коммерческий интерес операторских грузовых компаний – как можно быстрее доставить получателю все вверенные ей грузы. То есть реализовать план перевозок, при котором $\tau_1 \rightarrow \min$;

– время τ_2 (исчисляемое в сутках) является показателем плана перевозок (x_{ij}) , которым выражается интенсивность эксплуатации железнодорожной инфраструктуры полигона дороги. Обратим внимание на то, что минимизация показателя τ_2 представляет интерес для собственника инфраструктуры и соответствует принципам «зеленой» логистики.

– время $\tau_{(j)3}$ ($j = 1, 2, \dots, n$) (исчисляемое в сутках) является показателем плана перевозок (x_{ij}) , посредством которого j -я припортовая станция может быть выделена среди остальных по предпочтительным принципам кластеризации. Показатель $\tau_{(j)3} \rightarrow \min$.

Кооперативное принятие управленческих решений по распределению припортовых грузопотоков насыпных грузов [114] реализуется в форме оптимизационной задачи с целевыми функциями τ_1 , τ_2 и $\tau_{(j)3}$. В предлагаемой модели грузовых перевозок в качестве возможных агентов рассмотрены операторская компания, предоставляющая подвижной состав для организации перевозки, компания ОАО «РЖД», взявшая на себя обязательство по перевозке грузов и выступающая собственником путевой инфраструктуры. Управляемой переменной в данном случае является полезность, в роли которой выступает величина обратная времени перевозки.

Для введенных целевых функций τ_1 , τ_2 и $\tau_{(j)3}$ разработан алгоритм и доведена до численных результатов процедура оптимизации распределений грузопотоков от погрузочных железнодорожных станций до припортовых станций выгрузки с учетом кластеризации объектов производственно-транспортно-складской инфраструктуры. При этом имеются возможности для варьирования множества допустимых планов перевозок D , выбор которых обуславливается конкретными обстоятельствами рассматриваемого полигона и организации перевозочного процесса.

На первом этапе рассмотрим условие выполнения баланса $\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j$ и минимизацию целевой функции, в качестве которой выступает общее время перевозок τ_1 в соответствии со сводной таблицей 2.5.

Таблица 2.5

Последовательность моделирования и оптимизации процесса маршрутизации перевозок насыпных грузов

Постановка задачи	Структура оптимизационной модели	Ограничения задачи
<p>На полигоне региональной припортовой транспортно-технологической системы при известных инфраструктурных и экономико-географических показателях необходимо найти вариант распределения грузопотоков, исходя из минимизации параметров перевозок:</p> <p>1. времени максимальной по времени перевозки (τ_1);</p> <p>2. суммарного времени нахождения на полигоне всех маршрутов (τ_2);</p> <p>3. времени максимальной по времени перевозки на определенном направлении (τ_{j3}).</p>	<p>Минимизируемые временные параметры:</p> $\tau_1 = \max_{i,j} \{t_{ij} \operatorname{sgn} x_{ij}\},$ $\tau_2 = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n t_{ij} x_{ij},$ $\tau_{(j)3} = \max_{i=1,\dots,m} \{t_{ij} \operatorname{sgn} x_{ij}\}$ $\tau_4 = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}$ <p>где t_{ij} – среднестатистическое время следования маршрута на участке между i-й ($i = 1, 2, \dots, m$) станцией отправления и j-й ($j = 1, 2, \dots, n$) станцией назначения, т.е.</p> $t_{ij} = \frac{l_{ij}}{V_{\text{тех}}},$ <p>l_{ij} – расстояние между i-й станцией отправления и j-й станцией назначения,</p> <p>$V_{\text{тех}}$ – техническая скорость на направлении;</p> <p>x_{ij} – количество маршрутных поездов, которые могут быть направлены с i-й станции отправления на j-ю станцию назначения.</p> <p>Минимизация временных параметров τ_1 и τ_2 в транспортной задаче осуществляется согласно логической связке:</p> $\begin{cases} \tau_1 < \tau_1^* \\ \tau_2 \leq \tau_2^* \\ \tau_{(j)3} \leq \tau_{(j)3}^* \end{cases} \vee \begin{cases} \tau_1 \leq \tau_1^* \\ \tau_2 < \tau_2^* \\ \tau_{(j)3} \leq \tau_{(j)3}^* \end{cases} \begin{cases} \tau_1 \leq \tau_1^* \\ \tau_2 \leq \tau_2^* \\ \tau_{(j)3} < \tau_{(j)3}^* \end{cases}$	<p>$a_i \geq 0;$</p> <p>$b_j \geq 0;$</p> <p>$L_{ij} \geq 0.$</p> <p>$\sum_{i=1}^m a_i \leq \sum_{j=1}^n b_j,$</p> <p>где</p> <p>$a_i$ – число маршрутных поездов, подлежащих вывозу с i-й ($i = 1, 2, \dots, m$) станции погрузки;</p> <p>b_j – число маршрутных поездов, которые могут быть приняты j-й ($j = 1, 2, \dots, n$) станцией назначения.</p> <p>$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i (i = 1, 2, \dots, m),$</p> <p>$\sum_{i=1}^m x_{ij} \leq b_j (j = 1, 2, \dots, n),$</p>

В таблице 2.6 представлена в общем виде форма записи допустимых планов перевозок, последовательно найденных системой аналитических вычислений с результатами значения целевых функций при однокритериальной оптимизации.

Таблица 2.6

Ведомость допустимых планов перевозок в однокритериальной модели

№	Допустимый план маршрутизации перевозок	τ_1 , сут
1	$x_{11}^1, x_{1j}^1, x_{21}^1, x_{22}^1, \dots, x_{ij}^1$	τ_1^1
2	$x_{11}^2, x_{1j}^2, x_{21}^2, x_{22}^2, \dots, x_{ij}^2$	τ_1^2
·
k	$x_{11}^k, x_{1j}^k, x_{21}^k, x_{22}^k, \dots, x_{ij}^k$	τ_1^k

При двухкритериальной оптимизации по τ_1 и τ_2 каждому плану перевозок $(x_{ij}) \in D$ поставим в соответствие вектор $\{\tau_1, \tau_2\}$, называемый вектором полезностей. Оптимальным является план перевозок $(X_{ij}) \in D$ с вектором полезности $\{\tau_1^*, \tau_2^*\}$, для которого не существует плана перевозок $(x_{ij}) \in D$ такого, у которого координаты вектора полезностей $\{\tau_1, \tau_2\}$ удовлетворяют условиям:

$$\begin{cases} \tau_1 < \tau_1^* \\ \tau_2 \leq \tau_2^* \end{cases} \vee \begin{cases} \tau_1 \leq \tau_1^* \\ \tau_2 < \tau_2^* \end{cases} \quad (2.15)$$

Из выражения (2.15) видно, что при указанном подходе к процессу оптимизации целевые функции τ_1 и τ_2 выступают как равноправные.

В таблице 2.7 представлена форма записи допустимых планов перевозок, полученных при двухкритериальной оптимизации.

Таблица 2.7

Ведомость допустимых планов перевозок для двухкритериальной модели

№	Допустимый план маршрутизации перевозок	τ_1 , сут	τ_2 , сут
1	$x_{11}^1, x_{1j}^1, x_{21}^1, x_{22}^1, \dots, x_{ij}^1$	τ_1^1	τ_2^1
2	$x_{11}^2, x_{1j}^2, x_{21}^2, x_{22}^2, \dots, x_{ij}^2$	τ_1^2	τ_2^2
...
k	$x_{11}^k, x_{1j}^k, x_{21}^k, x_{22}^k, \dots, x_{ij}^k$	τ_1^k	τ_2^k

Рассмотрим задачу оптимизации перевозок по трём параметрам τ_1 , τ_2 и $\tau_{(j)3}$.

Каждому плану перевозок $(x_{ij}) \in D$ поставим в соответствие вектор полезностей $\{\tau_1, \tau_2, \tau_{(j)3}\}$. Оптимальным назовем план перевозок $(X_{ij}) \in D$ с

вектором полезностей $\{\tau_1^*, \tau_2^*, \tau_{(j)3}^*\}$, для которого не существует плана перевозок $(x_{ij}) \in D$ такого, у которого координаты вектора полезностей удовлетворяют условиям:

$$\left\{ \begin{array}{l} \tau_1 < \tau_1^* \\ \tau_2 \leq \tau_2^* \\ \tau_{(j)3} \leq \tau_{(j)3}^* \end{array} \right\} \vee \left\{ \begin{array}{l} \tau_1 \leq \tau_1^* \\ \tau_2 < \tau_2^* \\ \tau_{(j)3} \leq \tau_{(j)3}^* \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} \tau_1 \leq \tau_1^* \\ \tau_2 \leq \tau_2^* \\ \tau_{(j)3} < \tau_{(j)3}^* \end{array} \right\} \quad (2.16)$$

Таким образом, процесс оптимизации будет реализован посредством оператора с условием, записываемым в виде логической связки (2.16). Из выражения (2.16) видно, что при указанном подходе целевые функции τ_1 , τ_2 и $\tau_{(j)3}$ выступают как равноправные.

Таким образом, сформирована модель распределения грузопотоков насыпных грузов, которая представляет собой многокритериальную задачу целочисленного нелинейного программирования по критерию времени с учетом мощности грузопотоков, кластеризации объектов и занятости портовой инфраструктуры.

Отметим, что в разработанной математической модели могут использоваться также критерии, отражающие эффективность работы различных агентов, выражающиеся как в экономических результатах, так и качественных показателях процесса перевозки.

Разработанный метод может использоваться в отношении определения планов перевозок грузов другими видами транспорта (автотранспорт). В частности, получаемые результаты могут быть использованы при принятии оперативных решений по корректировке распределения грузопотоков по вариантам родов грузов, географическому положению и количеству мест погрузки (выгрузки).

2.3 Погрузочные и портовые кластеры в транспортных схемах перевозок насыпных грузов

В отношении перевозок насыпных грузов особое коммерческое значение имеют сезонные колебания объемов и мировых цен на это сырье. Например, в

моменты повышения цен на зерно на внешнем рынке резко увеличивается количество заявок на его экспортные поставки из южных регионов России, что создает дополнительную нагрузку на транспортную систему. В условиях консолидации складского комплекса для хранения зерновых грузов вокруг крупных трейдеров зерна особенно актуальной становится задача доставки зерновых грузов из географически «разбросанных» элеваторов в определенный порт для обеспечения судовой партии. Практика показывает, что внутренние цены на зерно часто не имеют прямой связи с его собранным количеством, а зависят от многих дополнительных факторов: НДС, цены на горючее или аренду, уровень инфляции и др. Важное значение для участников перевозочного процесса имеет возникающая в таких условиях конкуренция со стороны автомобильного транспорта. В последние годы разделение рынка перевозок экспортируемого зерна между железнодорожным и автомобильным транспортом происходит приблизительно как 30 % на 70 % (рисунок 2.9) [157].

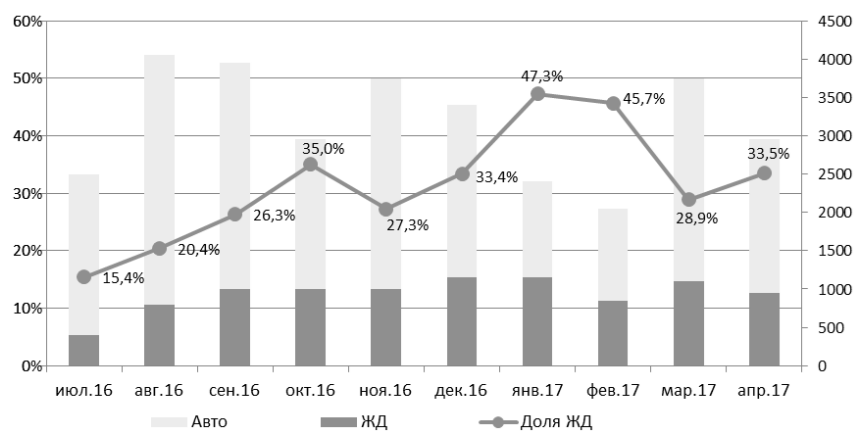
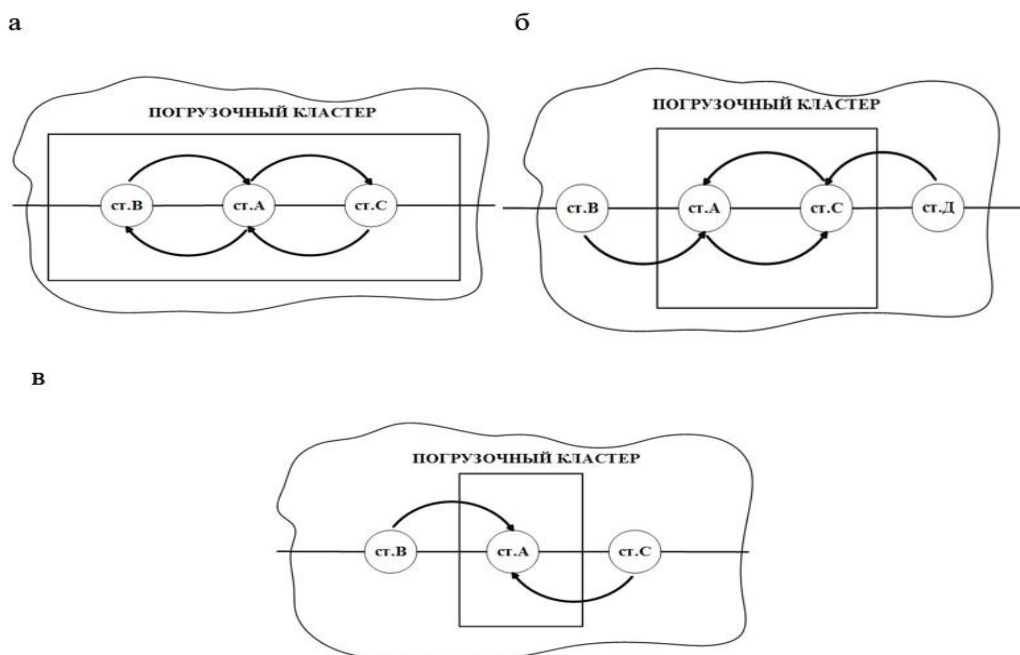


Рисунок 2.9 – Сезонные колебания объемов перевозок зерна по видам транспорта

Отметим, что в Южном регионе конкуренция ощущается особенно остро в связи с длительным периодом, в течение которого возможна беспрепятственная (в частности, со стороны погодных условий) эксплуатация автотранспорта. Мобильность автотранспорта и упрощенная система документального оформления перевозки грузов являются преимуществом для грузовладельцев при выборе транспортной схемы перевозки зернопродуктов.

Для повышения конкурентоспособности железнодорожного транспорта в части перевозок насыпных грузов предлагается использовать разработанные схемы выбора станций погрузки в погрузочном кластере в зависимости от заданных условий транспортировки.

При организации железнодорожных перевозок из погрузочного кластера необходимо определить конкретную станцию погрузки, исходя из результатов концентрации мест погрузки (α -склад, β -склад, γ -склад и т.д.), направления движения грузопотоков на полигоне дороги, маневровых возможностей по формированию составов поездов, инфраструктурных возможностей станций погрузки (отправления) и выгрузки (назначения), интенсивности средств перевалки грузов. Схемы выбора альтернатив станций для формирования и погрузки маршрутной отправки при реализации предлагаемой кластеризации производственно-транспортно-складских объектов и организации транспортной технологии представлены на рисунке 2.10.



Примечание: стрелками обозначено «притяжение» станций к местам погрузки; А, В, С, Д – станции отправления технического маршрута

Рисунок 2.10 – Схемы выбора альтернатив станций отправления при реализации технической маршрутизации: а) с тремя альтернативными станциями погрузки; б) с двумя альтернативными станциями погрузки; в) с одной безальтернативной станцией погрузки

Исходя из возможностей объектов транспортно-складской инфраструктуры, а также направления «притяжения» и силы связи между объектами, учитывая конфигурации всех полученных погрузочных кластеров насыпных грузов на полигоне СКЖД выделим три варианта организации технических маршрутов, два из которых предполагают альтернативный выбор станции отправления (рисунок 2.10 а) и б)), и один вариант без альтернативы (рисунок 2.10 в)).

2.4 Оценка транспортно-технологических схем перевозок насыпных грузов на принципах мультиагентности

Моделирование процессов перевозки на принципах мультиагентности предполагает, что все участники перевозки равноправны, соответственно, равноправны целевые функции, отражающие их эффективность. Но, при принятии решений, часто приоритетным оказывается «голос» того, или иного участника. Например, перевозчик на железнодорожном транспорте в лице ОАО «РЖД» является также владельцем инфраструктуры и представляет собой монополию. Таким образом, осуществление железнодорожной перевозки невозможно без участия ОАО «РЖД» и учета выгоды этой компании. Приведем другой пример, на любом виде транспорта применяются принципы клиентоориентированности [68], в том числе клиент оценивает качество предоставляемой услуги и делает выбор в отношении предлагаемого варианта транспортировки, в этом случае «голос» клиента может быть приоритетным и т.д.

Таким образом, критерии оценки перевозочного процесса в зависимости от того, кто рассматривается в качестве агентов, какие выбраны схема и способ транспортировки могут быть очень разнообразны и находится в разном соотношении в смысле приоритетности. Необходимо учитывать конкретные условия перевозки и тип рыночной структуры, в которой функционируют отдельные агенты или структурные элементы агентов при организации транспортировки груза. При функционировании в конкурентных условиях все агенты равноправны, т.к. любой участник перевозки может быть заменен

конкурентом, и никто из них не имеет приоритетности при принятии управленческих решений (таблица 2.8).

Таблица 2.8

Система критериев оценки перевозочного процесса при мультиагентном подходе

№ п/п	Вариант мультиагентного подхода	Способ осуществления перевозки	Агенты	Структура агентов	Тип рыночной структуры, в которой функционирует агент	Уровень принятия решений*
1	2	3	4	5	6	7
1	По видам транспорта	железнодорожный	клиент	-	конкуренция	Ф
			перевозчик	холдинг	монополия	
			владелец инфраструктуры			
			владелец подвижного состава (ПС)	-	олигополия	
		автомобильный	Клиент	-	конкуренция	М, Р
			Перевозчик	-	конкуренция	
			Владелец инфраструктуры	Транспортная компания/ государство	дуополия	
			Владелец ПС	-	конкуренция	
		водный	Клиент	-	конкуренция	Ф, М
			Перевозчик	-	конкуренция	
			Владелец инфраструктуры	-	конкуренция	
			Владелец ПС	-	конкуренция	
		воздушный	Клиент	-	конкуренция	Ф
			перевозчик	объединены АО	конкуренция	
			Владелец ПС			
			Владелец инфраструктуры	-	конкуренция	
2	По вариантам взаимодействия нескольких видов транспорта	автомобильный + железнодорожный	Клиент	-	конкуренция	Ф
			Автоперевозчик (конкуренция)	перевозчик	конкуренция	
				Собственник ПС	конкуренция	
				Собственник инфраструктуры	конкуренция	
			железнодорожный перевозчик (монополия)	Перевозчик	монополия	
				Собственник ПС	олигополия	
				Собственник инфраструктуры	монополия	
		Координатор (например, логистическая компания)	-	конкуренция		
		железнодорожный + морской	Клиент	-	конкуренция	Ф
			железнодорожный перевозчик	Перевозчик	монополия	
				Собственник ПС	олигополия	
				Собственник инфраструктуры	монополия	
			Морской перевозчик	Перевозчик	конкуренция	
				Собственник ПС	конкуренция	
Собственник инфраструктуры	конкуренция					
координатор	-	конкуренция				

Окончание таблицы 2.8

1	2	3	4	5	6	7		
		автомобильный + морской	клиент	-	конкуренция	Р		
			автоперевозчик	перевозчик	конкуренция			
				Собственник ПС	конкуренция			
				Собственник инфраструктуры	конкуренция			
			морской перевозчик	Перевозчик	конкуренция			
				Собственник ПС	конкуренция			
		Собственник инфраструктуры		конкуренция				
		автомобильный + воздушный	клиент	автоперевозчик	перевозчик	конкуренция	Р	
				Собственник ПС	Собственник инфраструктуры	конкуренция		
					Собственник инфраструктуры	конкуренция		
			авиаперевозчик	перевозчик	конкуренция			
				Владелец ПС	конкуренция			
				Владелец инфраструктуры	конкуренция			
		автомобильный + железнодорожный + водный	клиент	автоперевозчик	перевозчик	конкуренция	Ф	
				Собственник ПС	Собственник инфраструктуры	конкуренция		
Собственник инфраструктуры	конкуренция							
железнодорожный перевозчик	Перевозчик		монополия					
	Собственник ПС		олигополия					
	Собственник инфраструктуры		монополия					
Морской перевозчик	Перевозчик		конкуренция					
	Собственник ПС		конкуренция					
	Собственник инфраструктуры		конкуренция					
3	По видам отправок		железнодорожная (маршрутная, групповая, повагонная)	клиент	-	конкуренция		Ф
				железнодорожный перевозчик	Перевозчик	монополия		
					Собственник ПС	олигополия		
		Собственник инфраструктуры	монополия					
		Автомобильная + железнодорожная (контейнерная, контрейлерная)	клиент	-	конкуренция	Р, М, Ф		
			автоперевозчик	перевозчик	конкуренция			
	Собственник ПС			конкуренция				
	Собственник инфраструктуры			конкуренция				
	железнодорожный перевозчик		Перевозчик	монополия				
			Собственник ПС	олигополия				
		Собственник инфраструктуры	монополия					
	4	По схеме организации перевозки	ко-модальная	Зависят от видов транспорта, осуществляющих перевозку по той или иной схеме				
смешанная								
мультимодальная								
интермодальная								
синхромодалная								

Примечание: * - Ф – федеральный, М – межрегиональный, Р – региональный.

Выводы по второй главе

Для анализа вариантов концентрации региональных мест погрузки (складских систем) при организации железнодорожных перевозок проведено комплексное исследование определяющих факторов: емкости,

производительности и динамики грузовой массы. Предложено развитие системы кластеризации складского комплекса по авторскому алгоритму, которая позволяет оценить возможности повышения уровня маршрутизации массовых насыпных грузов в регионе.

Выделены рациональные области концентрации груза, являющиеся погрузочными кластерами, и исследованы с точки зрения транспортно-технологических особенностей организации экспортных перевозок на припортовые грузовые станции. Разработаны схемы выбора альтернатив железнодорожных погрузочных станций в кластере при реализации технической маршрутизации.

Представлена авторская модель кластеризации в транспортно-технологических системах перевозок насыпных грузов: погрузочный кластер – кластер порта – портовый кластер.

Сформирована экономико-математическая модель рациональной формы организации грузопотоков насыпных грузов в адрес припортовых станций с учетом кластеризации производственно-транспортно-складских объектов, загрузки портовой инфраструктуры, учитывающая интересы участников перевозочного процесса (агентов).

Разработана система временных критериев оценки перевозочного процесса в мультиагентной транспортно-технологической системе. Обозначены возможности модификации системы критериев в зависимости от условий осуществления перевозочного процесса и видов транспорта.

3 РАЗВИТИЕ МОДЕЛЬНО-МЕТОДИЧЕСКИХ ФОРМ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК НАСЫПНЫХ ГРУЗОВ

3.1 Алгоритм реализации эффективных форм транспортного взаимодействия при организации перевозок насыпных грузов в адрес южнороссийских портов

Перевозка насыпных грузов является важной стратегической задачей транспортной отрасли. Концентрация пунктов зарождения и погашения потоков насыпных грузов во многом определяет развитие транспортной инфраструктуры, а также экономическое развитие регионов.

На полигоне Северо-Кавказской железной дороги расположено большое количество малых и крупных портов, поэтому экспортируемые насыпные грузы направляются кроме нужд населения еще и в адрес портов, что влияет на структуру и направление грузопотоков на полигоне дороги. Объем направляемых насыпных грузов в адрес портов составляет 10 % от общего объема перевозок, что составляет в среднем примерно 350 ваг/сут.

Основное направление экспорта зерна в объеме до 90 % всего грузооборота проходит через порты Азовско-Черноморского бассейна, крупнейший из которых Новороссийск, на долю которого приходится до 50 % от всего грузопотока. Вслед за Новороссийском по объемам идет порт Туапсе. При этом значительная часть насыпных продолжает вывозиться через малые порты АЧБ судами «река-море».

В последнее время значительно усилилась конкуренция между железнодорожным и автомобильным транспортом в сегменте перевозок ценных насыпных грузов. Доля перевозок автомобильным транспортом постоянно увеличивается, несмотря на тесную кооперацию в перевозках автомобильного и железнодорожного транспортов, когда при наличии железнодорожных путей, возможности погрузки-выгрузки груза, клиент отдает предпочтение автотранспорту из-за скорости доставки и сохранности груза. Например,

Российскими железными дорогами перевозится до 50 % объема рынка зерновых грузов, остальные 50 % перевозок осуществляется автомобильным транспортом [77].

В рамках диссертационного исследования разработан алгоритм выбора станций погрузки насыпных грузов по параметрам авторской кластеризации региональных производственно-транспортно-складских объектов с целью повышения уровня маршрутизации железнодорожных перевозок, в адрес портов, с учетом расписания, расширения количества направлений применения технологии «Грузовой экспресс», а также для расширения ассортимента предоставляемых услуг (рисунок 3.1).

Предложенный метод формирования погрузочных кластеров в транспортно-технологических системах и моделирования распределения грузопотоков насыпных грузов позволяют учесть в процессе организации перевозочного процесса также финансовые и рыночные интересы агентов перевозки (принцип мультиагентности). Причем предлагаемый алгоритм позволяет вносить оперативные корректировки при осуществлении перевозочного процесса.

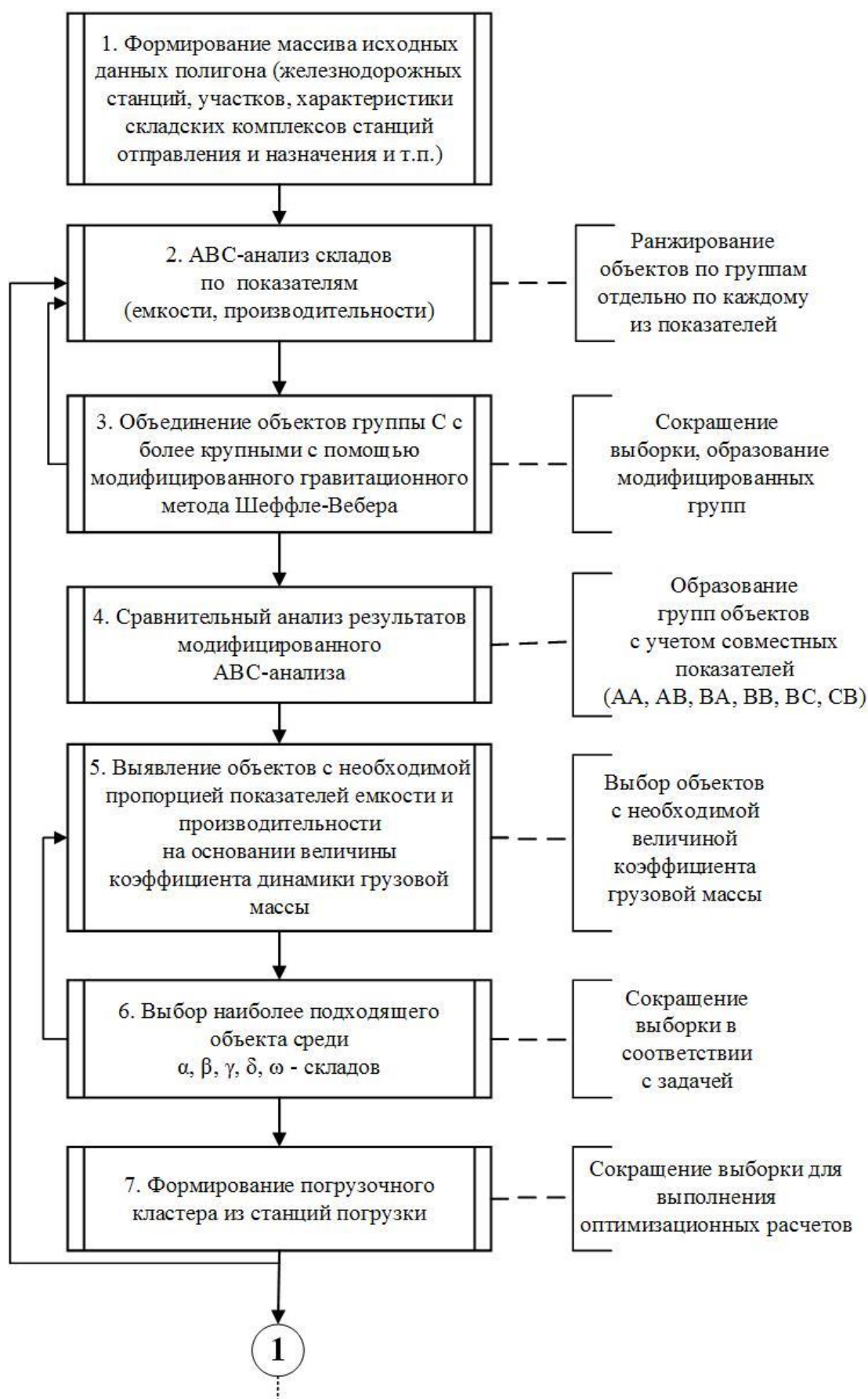


Рисунок 3.1 – Блок-схема алгоритма формирования плана распределения (маршрутизации) железнодорожных перевозок насыпных грузов (начало)

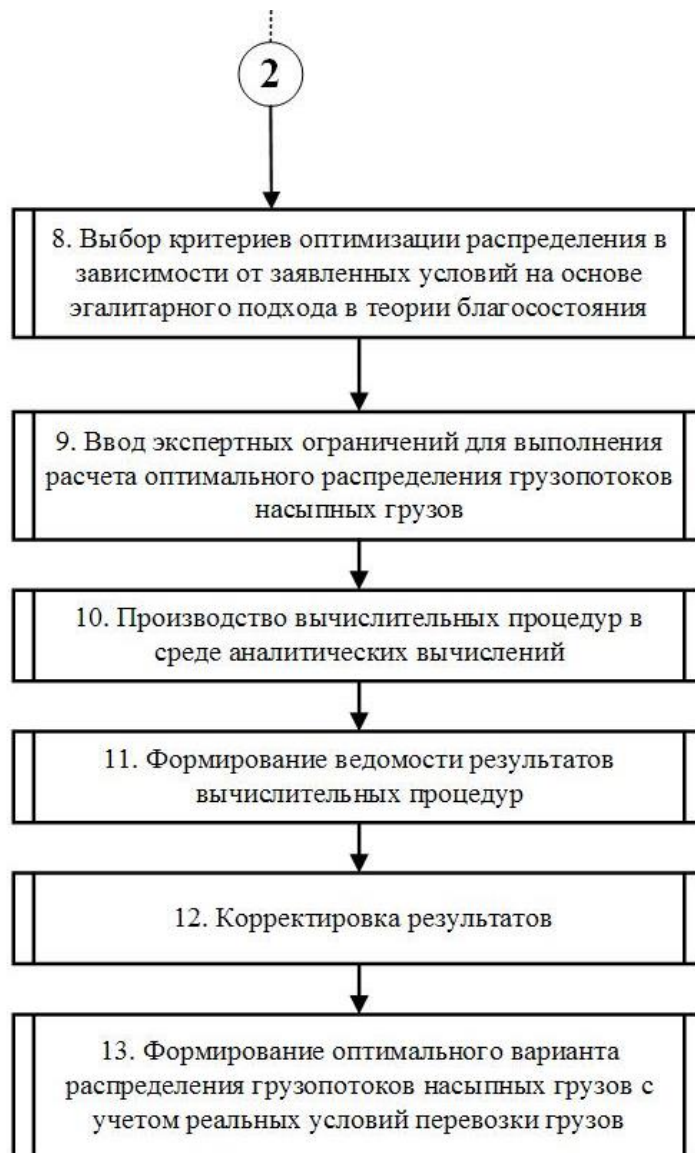


Рисунок 3.1 – Блок-схема алгоритма формирования плана распределения (маршрутизации) железнодорожных перевозок насыпных грузов (окончание)

3.2 Программный комплекс моделирования транспортно-технологического взаимодействия в системах распределения насыпных грузов

Для примера рассмотрим юго-западную часть полигона СКЖД с размещенными 10-ю станциями погрузки и 3-мя припортовыми станциями выгрузки (таблица 3.1).

Таблица 3.1

Ведомость времен следования маршрутов на участках между станциями погрузки и припортовыми станциями

Станция погрузки	Количество отправляемых маршрутов поездов	Припортовые станции		
		Новороссийск (П1)	Туапсе (П2)	Тамань (П3)
		t_{ij} , сут	t_{ij} , сут	t_{ij} , сут
Крыловская	2	1,02	1,05	1,24
Белоглинская	2	1,06	1,10	1,28
Изобильная	2	1,16	1,20	1,38
Спицевка	3	1,40	1,44	1,62
Целина	2	1,43	1,47	1,65
Ипатово	3	1,66	1,70	1,89
Благодарное	2	1,74	1,78	1,96
Аполлонская	3	1,80	1,49	2,03
Зеленокумск	2	1,86	1,54	2,08
Буденновск	3	1,97	1,70	2,19

Например, на припортовые станции Новороссийск (П1), Туапсе (П2) и Тамань (П3) с указанных 10 станций погрузки прибывают соответственно 12, 8 и 4 маршрута. Таким образом, выполняется равенство $\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j = 24$ маршрута.

Из таблицы 3.1 следует, что станция Аполлонская находится существенно ближе к припортовым станциям Новороссийск (П1) и Туапсе (П2), чем к станции Тамань (П3). Для начального плана предположим, что с этой станции погрузки в Новороссийск (П1) (крупнейшую из рассматриваемых припортовых станций) отправлялось не менее, например, двух маршрутов, а в Туапсе (П2) – соответственно не более одного маршрута. Кроме того, будем предполагать, что с указанной станции ни одного маршрута не должно отправляться в Тамань (П3). Те же предположения сделаем в отношении станций погрузки Ипатово и Буденновск с той лишь разницей, что на станцию Тамань (П3) с каждой из этих станций может быть направлено не более одного маршрута. Руководствуясь аналогичными соображениями, будем предполагать, чтобы с каждой из станций погрузки Благодарное и Зеленокумск на припортовую станцию Новороссийск (П1)

отправлялось не менее одного маршрута и при этом ни одного маршрута не отправлялось в Тамань (ПЗ).

В таблице 3.2 приведены 9 из множества (см. первый столбец таблицы) планов перевозок, последовательно найденных системой аналитических вычислений. Заметим, что с точки зрения минимизации времени перевозок τ_1 все эти планы являются оптимальными со значением равным 1,97 суткам. Однако, значения суммарного времени нахождения на полигоне всех составляющих план маршрутов τ_2 распределяются весьма хаотично.

Таблица 3.2

Ведомость планов перевозок в однокритериальной модели

№	План перевозки ($x_{11}, \dots, x_{1j}, x_{21}, \dots, x_{2j}, \dots, x_{ij}$)	τ_1	τ_2
1	0, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 2, 0, 2, 1, 0, 2, 0, 2, 1, 0, 1, 1, 0, 3, 0, 0, 2, 0, 0, 3, 0, 0	1,97	38,22
2	0, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 2, 0, 2, 1, 0, 2, 0, 2, 1, 0, 2, 0, 0, 2, 1, 0, 2, 0, 0, 3, 0, 0	1,97	37,87
.
7	0, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 2, 0, 2, 1, 0, 2, 0, 3, 0, 0, 1, 1, 0, 3, 0, 0, 2, 0, 0, 2, 1, 0	1,97	37,91
8	0, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 2, 0, 2, 1, 0, 2, 0, 3, 0, 0, 2, 0, 0, 2, 1, 0, 1, 1, 0, 3, 0, 0	1,97	37,51
.
1442	1, 1, 0, 1, 1, 0, 0, 2, 0, 0, 0, 3, 0, 1, 1, 2, 1, 0, 1, 1, 0, 2, 1, 0, 2, 0, 0, 3, 0, 0	1,97	37,87
1443	1, 1, 0, 1, 1, 0, 0, 2, 0, 0, 0, 3, 0, 1, 1, 2, 1, 0, 1, 1, 0, 3, 0, 0, 1, 1, 0, 3, 0, 0	1,97	37,86
1444	1, 1, 0, 1, 1, 0, 0, 2, 0, 0, 0, 3, 0, 1, 1, 2, 1, 0, 1, 1, 0, 3, 0, 0, 2, 0, 0, 2, 1, 0	1,97	37,91
1445	1, 1, 0, 1, 1, 0, 0, 2, 0, 0, 0, 3, 0, 1, 1, 2, 1, 0, 2, 0, 0, 2, 1, 0, 1, 1, 0, 3, 0, 0	1,97	37,51
1446	1, 1, 0, 1, 1, 0, 0, 2, 0, 0, 0, 3, 0, 1, 1, 2, 1, 0, 2, 0, 0, 2, 1, 0, 2, 0, 0, 2, 1, 0	1,97	37,56

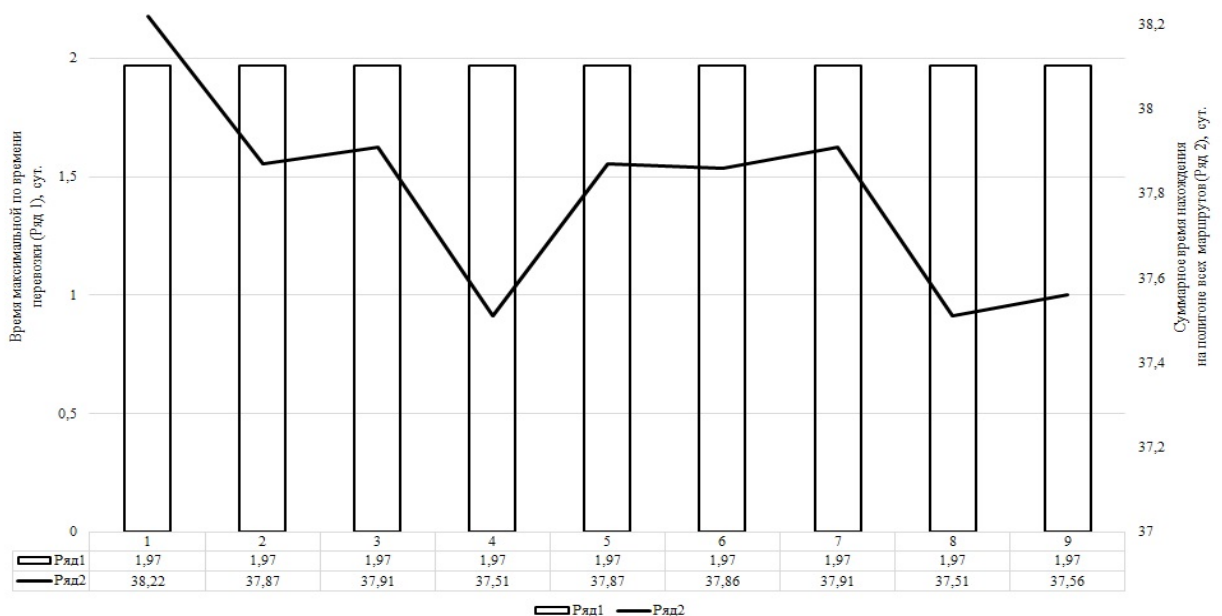


Рисунок 3.2 – Динамика поведения целевой функции

На втором этапе построения оптимизационных моделей сделаем предположения относительно множества D допустимых планов перевозок (x_{ij}) . Предположим, что каждая из трех рассматриваемых припортовых станций Новороссийск (П1), Туапсе (П2) и Тамань (П3) может принять все 24 находящиеся на десяти станциях погрузки и запланированные к отправке маршрутов. То есть выполняется равенство: $\sum_{i=1}^{10} a_i = b_j$ при $j = 1,2,3$.

В таблице 3.3 приведены 8 из найденных системой аналитических вычислений допустимых планов перевозок. В рассматриваемой двухкритериальной модели время оптимального плана перевозок оказалось равным 1,97 суток, а суммарное время нахождения на полигоне всех составляющих этот план маршрутов – равным 36,13 суткам (см. последнюю строку таблицы 3.3).

Таблица 3.3

Ведомость допустимых планов перевозок для двухкритериальной модели

№	Допустимый план перевозки	Число маршрутов поездов, прибывших на припортовые станции			τ_1	τ_2
		П1	П2	П3		
1	0, 0, 2, 0, 0, 2, 0, 0, 2, 0, 0, 3, 0, 0, 2, 2, 0, 1, 1, 1, 0, 2, 1, 0, 1, 1, 0, 2, 0, 1	8	3	13	2,19	39,31
2	0, 0, 2, 0, 0, 2, 0, 0, 2, 0, 0, 3, 0, 0, 2, 2, 0, 1, 1, 1, 0, 2, 1, 0, 1, 1, 0, 2, 1, 0	8	4	12	1,97	38,82
3	0, 0, 2, 0, 0, 2, 0, 0, 2, 0, 0, 3, 0, 0, 2, 2, 0, 1, 2, 0, 0, 2, 1, 0, 1, 1, 0, 2, 1, 0	9	3	12	1,97	38,78
...
60	0, 1, 1, 1, 1, 0, 2, 0, 0, 3, 0, 0, 2, 0, 0, 3, 0, 0, 2, 0, 0, 2, 1, 0, 1, 1, 0, 2, 1, 0	18	5	1	1,97	36,42
61	0, 1, 1, 2, 0, 0, 2, 0, 0, 3, 0, 0, 2, 0, 0, 3, 0, 0, 2, 0, 0, 2, 1, 0, 1, 1, 0, 2, 1, 0	19	4	1	1,97	36,38
62	0, 2, 0, 0, 2, 0, 0, 2, 0, 3, 0, 0, 2, 0, 0, 3, 0, 0, 2, 0, 0, 2, 1, 0, 1, 1, 0, 2, 1, 0	15	9	0	1,97	36,35
...
67	1, 1, 0, 2, 0, 0, 2, 0, 0, 3, 0, 0, 2, 0, 0, 3, 0, 0, 2, 0, 0, 2, 1, 0, 1, 1, 0, 2, 1, 0	20	4	0	1,97	36,16
68	2, 0, 0, 2, 0, 0, 2, 0, 0, 3, 0, 0, 2, 0, 0, 3, 0, 0, 2, 0, 0, 2, 1, 0, 1, 1, 0, 2, 1, 0	21	3	0	1,97	36,13

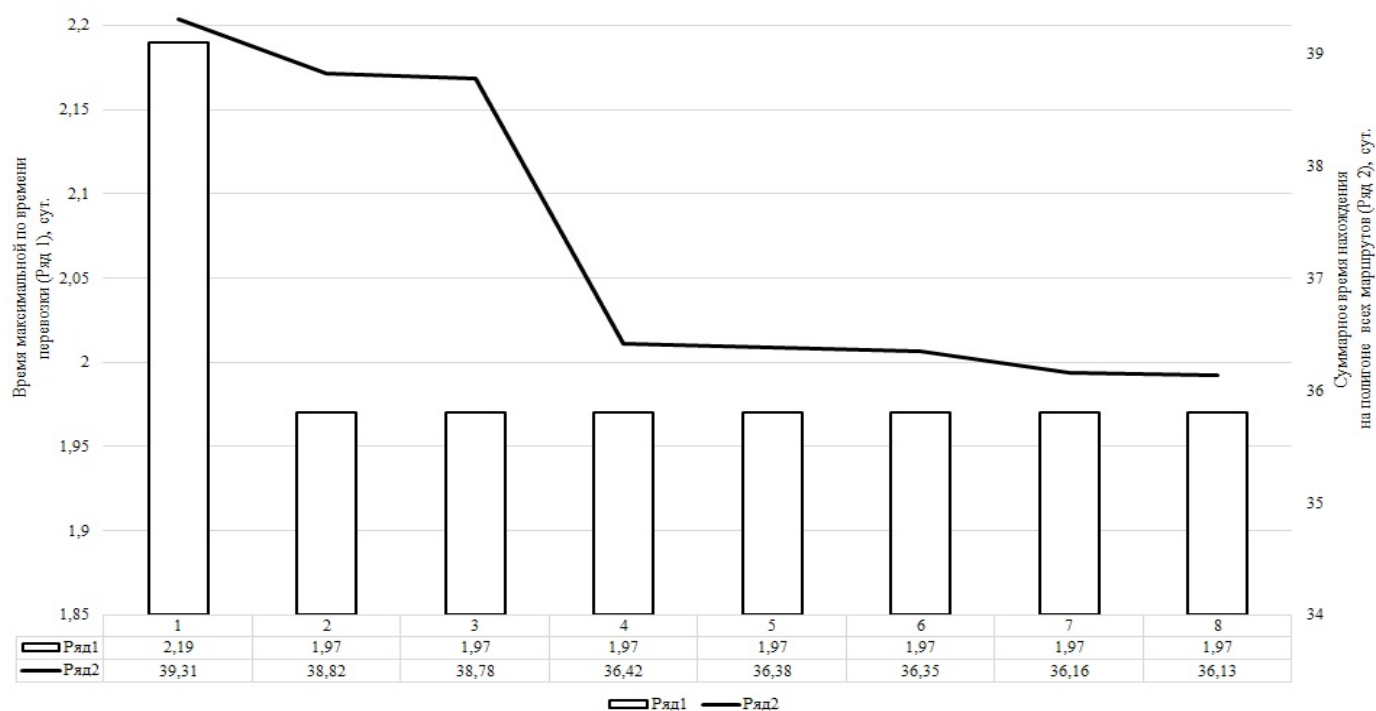
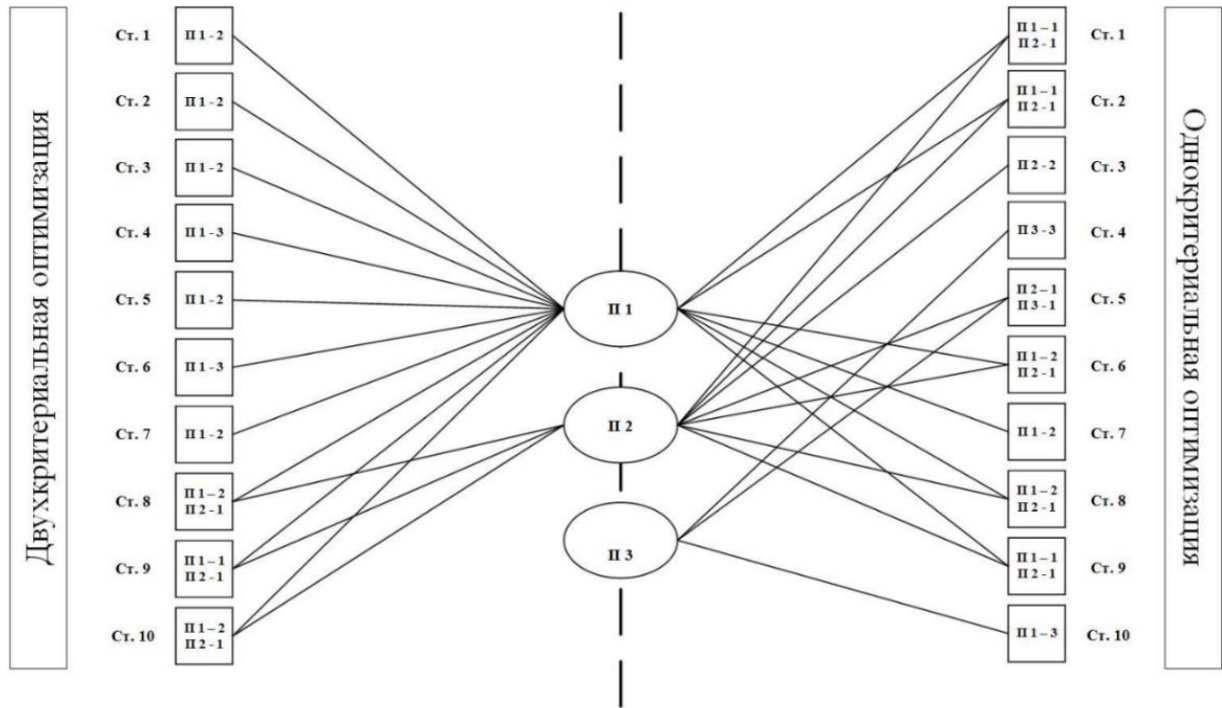


Рисунок 3.3 – Динамика поведения целевых функций плана перевозок при двухкритериальной модели распределения грузопотоков

На схеме (рисунок 3.4) приведены количества маршрутов, составляющих найденные оптимальные планы перевозок, соотнесенные к станциям погрузки и припортовым станциям для однокритериальной и двухкритериальной моделей. Предлагаемая форма визуализации плана распределения грузопотоков позволяет представить объем распределения на любую из станций прибытия, а также при необходимости оперативно корректировать принимаемые в модели управленческие решения.



Условные обозначения:

- Ст. 1

П1-2
П2-1

 - станция отправления с указанием количества поездов, направляемых на станции назначения П1, П2 и П3
- | |
|----|
| П3 |
|----|

 - станция назначения (припортовая станция)
- - наличие хотя бы одного поезда, следующего с соответствующей станции отправления на соответствующую станцию назначения (припортовую станцию)

Рисунок 3.4— Схема соответствия вариантов распределений грузопотоков для планов перевозок при одно- и двухкритериальной оптимизации [155]

В оптимальном плане распределения, полученном для двухкритериальной модели, припортовая станция П3 оказывается лишенной маршрутных поступлений с рассматриваемых станций погрузки. В заданных посредством ограничений оперативных условиях из имеющихся на всех станциях погрузки 24 маршрутов на припортовую станцию П1 попадает 21 маршрут. В оптимальном плане распределения, полученном для однокритериальной модели, оказываются задействованными все три рассматриваемые припортовые станции.

Обратим теперь внимание на сезонное обстоятельство. Осенний период, являющийся одним из пиковых для экспортных поставок в рассматриваемом регионе зерна, совпадает с другим пиковым периодом. Именно, с периодом весьма интенсивных транзитных перевозок в адрес тех же российских черноморских

портов зерна, выращенного в удаленных от морских портов районах. Поэтому в указанное время целесообразно частично разгрузить припортовую станцию Новороссийск (П1) от местных маршрутов с зерном путем директивного направления некоторых из них, например, на припортовую станцию Тамань (П3). В результате формирования начального плана будем предполагать, что со всех рассматриваемых в настоящей работе станций погрузки на станцию Новороссийск (П1) должно поступить не более 15 маршрутов, а на станцию Тамань (П3) – не менее 5 маршрутов.

Выбор в качестве третьей целевой функции временной характеристики, относящейся к припортовой станции Туапсе (П2), объясняется, например, тем, что истекает договоренный срок пребывания в порту сухогруза, ожидающего заполнения оставшимися маршрутами. Кроме того, на море в районе порта прогнозируется шторм (форс-мажорные обстоятельства, неприем груза и т.п.).

В таблице 5 приведены 6 из найденных системой аналитических вычислений допустимых планов перевозок. В рассматриваемой модели с тремя временными показателями время оптимального плана перевозок (см. последнюю строку таблицы 3.4), как и в предыдущих двух моделях, оказалось равным 1,97 суток. В результате введения в процесс оптимизации третьего временного показателя суммарное время нахождения на полигоне всех маршрутов, составляющих оптимальный план, оказалось большим, чем в двухкритериальной модели, и составило 37,26 суток. Относящийся к припортовой станции Туапсе (П2) третий временной показатель оказался при этом равным 1,70 суток.

Планы перевозок для модели с тремя критериями

№	Допустимый план перевозки	Число маршрутов поездов, прибывших на припортовые станции			τ_1	τ_2	$\tau_{(j)3}$
		П1	П2	П3			
1	0,0,2,0,0,2,0,0,2,0,0,3,0,0,2,2,0,1,1,1,0,2,1,0,1,1,0,2,0,1	8	3	13	2,19	39,31	1,78
2	0,0,2,0,0,2,0,0,2,0,0,3,0,0,2,2,0,1,1,1,0,2,1,0,1,1,0,2,1,0	8	4	12	1,97	38,82	1,78
3	0,0,2,0,0,2,0,0,2,0,0,3,0,0,2,2,0,1,2,0,0,2,1,0,1,1,0,2,1,0	9	3	12	1,97	38,78	1,70
...
30	0,0,2,0,0,2,0,1,1,2,1,0,2,0,0,3,0,0,2,0,0,2,1,0,1,1,0,2,1,0	14	5	5	1,97	37,31	1,70
31	0,0,2,0,0,2,0,1,1,3,0,0,2,0,0,3,0,0,2,0,0,2,1,0,1,1,0,2,1,0	15	4	5	1,97	37,27	1,70
32	0,1,1,0,0,2,0,0,2,3,0,0,2,0,0,3,0,0,2,0,0,2,1,0,1,1,0,2,1,0	15	4	5	1,97	37,26	1,70

В последней строке таблицы 3.4 приведены количества маршрутов, составляющих найденный оптимальный план перевозок, соотнесенные к станциям погрузки и припортовым станциям.

Рассмотрим другой пример, в котором в качестве целевых функций выступают время τ_1 и стоимость τ_2 для исходных данных, представленных в таблице 3.5.

Таблица 3.5

Показатели отправительских маршрутов при следовании на участках между станциями элеваторов и припортовыми станциями

№ п/п	Станция	Количество маршрутов	Порт								
			Новороссийск (П1)			Туапсе (П2)			Тамань (П3)		
			l_{ij} , км	t_{ij} , сут	c_{ij} , руб.	l_{ij} , км	t_{ij} , сут	c_{ij} , руб.	l_{ij} , км	t_{ij} , сут	c_{ij} , руб.
1	Изобильная	3	373	1,16	37775,86	403	1,25	40718,82	444	1,38	44740,88
2	Морозовская	3	679	2,11	67794,11	839	2,61	83489,93	734	2,28	73189,55
3	Тимашевская	3	169	0,52	17763,69	510	1,58	51215,4	224	0,7	23159,13
4	Белоглинская	3	341	1,06	34636,69	433	1,34	43661,79	412	1,28	41601,71
5	Целина	3	460	1,43	46310,46	552	1,71	55335,55	531	1,65	53275,48

Примечание: l_{ij} – расстояние между железнодорожными станциями; c_{ij} – стоимость перевозки железнодорожным транспортом 1 вагона пшеницы.

Время τ_1 представляет собой показатель плана перевозок (x_{ij}) , которым выражается (исчисляемый в сутках) коммерческий интерес операторских грузовых компаний, а также владельца инфраструктуры в том, чтобы как можно быстрее и без остатка доставить получателю все вверенные ей грузы. То есть реализовать такой план перевозок (x_{ij}) , при котором соответствующее время τ_1 оказалось бы как можно меньшим, что определяет минимизацию использования подвижного состава и инфраструктуры по времени.

Стоимость τ_4 является показателем плана перевозок (x_{ij}) , который выражает (исчисляемую в рублях), с одной стороны, величину транспортной составляющей в цене перевозимого груза, которую оплачивает грузовладелец, с другой стороны, величину дохода перевозчика при реализации этого плана. Возникающее в связи с полярностью интересов перевозчика и грузоотправителя в части стоимости противоречие может решаться в ту или иную сторону, например, в зависимости от индивидуальных характеристик грузовладельца (от количества отправляемого им груза в течении определенного периода) за счет обоснованных (без ущерба для перевозчика) «скидок» на транспортные услуги.

Далее для рассматриваемой задачи нахождения оптимальных по времени и стоимости перевозок зерновых грузов будет представлена соответствующая реализация эгалитарного подхода [101]. Как известно, одно из основных правил указанного подхода выражается стремлением уравнивать индивидуальные полезности кооперированных агентов. В предложенной в предыдущем разделе математической модели в качестве агентов естественно рассматривать операторскую компанию, предоставляющую подвижной состав для осуществления перевозки, перевозчика – владельца инфраструктуры (ОАО «РЖД»), взявшего на себя обязательство по перевозке грузов, и грузовладельца. Рассматриваемые при этом целевые функции τ_1 и τ_4 не являются антагонистическими и не конфликтуют между собой. При рассматриваемом подходе к процессу оптимизации целевые функции τ_1 и τ_4 выступают как равноправные.

Будем предполагать, что на портовые станции Новороссийск (П1), Туапсе (П2) и Тамань (П3) должны прибыть не более, чем 9, 5 и 10 маршрутов соответственно.

На рисунке 3.11 приведены значения целевых функций для 16 допустимых планов перевозок, последовательно найденных системой аналитических вычислений и распределение по портам маршрутов поездов. Для приведенного в последней строке оптимального плана общее время перевозок оказалось равным 2,11 суткам, а суммарная стоимость плана распределения экспортных маршрутов с зерном, составляющих перевозку – равна 31,893 млн руб. Таким образом, при реализации одного и того же времени – 2,11 суток разница вариантов стоимости реализации планов распределения, найденных системой аналитических вычислений составляет (вариант 1) – 0,61 млн руб.

Таблица 3.6

Допустимые планы перевозок (вариант 1)

№ итерации	План перевозки	Число маршрутов, прибывших на припортовые станции			Время $\tau_1 (t)$, сут	Стоимость, $\tau_4 (c)$, млн руб.
		P ₁	P ₂	P ₃		
1	0,0,3,0,0,3,0,0,3,0,2,1,0,3,0	0	5	10	2,28	35,910
2	0,0,3,0,0,3,0,0,3,0,2,1,1,2,0	1	4	10	2,28	35,459
3	0,0,3,0,0,3,0,0,3,0,2,1,2,1,0	2	3	10	2,28	35,008
4	0,0,3,0,0,3,0,0,3,0,2,1,3,0,0	3	2	10	2,28	34,556
5	0,0,3,0,0,3,0,0,3,1,1,1,2,1,0	3	2	10	2,28	34,556
6	0,0,3,0,0,3,0,0,3,1,1,1,3,0,0	4	1	10	2,28	34,105
7	0,0,3,0,0,3,0,0,3,2,0,1,2,1,0	4	1	10	2,28	34,105
8	0,0,3,0,0,3,0,0,3,2,0,1,3,0,0	5	0	10	2,28	33,654
9	0,0,3,0,0,3,0,0,3,3,0,0,3,0,0	6	0	9	2,28	33,306
10	0,0,3,0,0,3,1,0,2,3,0,0,3,0,0	7	0	8	2,28	33,036
11	0,0,3,0,0,3,2,0,1,3,0,0,3,0,0	8	0	7	2,28	32,766
12	0,0,3,0,0,3,3,0,0,3,0,0,3,0,0	9	0	6	2,28	32,496
13	0,0,3,3,0,0,0,0,3,3,0,0,3,0,0	9	0	6	2,11	32,496
14	0,1,2,3,0,0,0,0,3,3,0,0,3,0,0	9	1	5	2,11	32,295
15	0,2,1,3,0,0,0,0,3,3,0,0,3,0,0	9	2	4	2,11	32,094
16	0,3,0,3,0,0,0,0,3,3,0,0,3,0,0	9	3	3	2,11	31,893

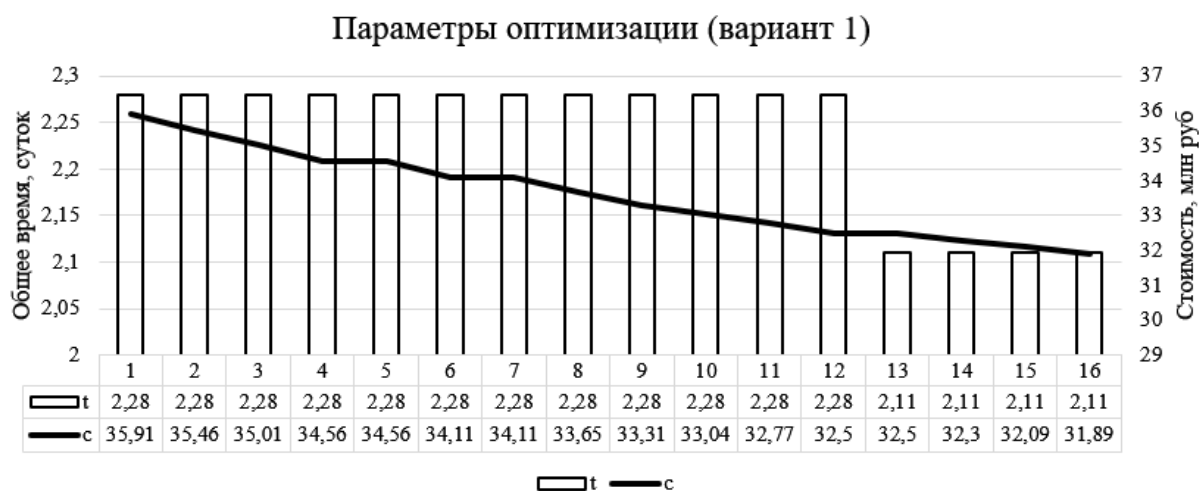


Рисунок 3.5 – Параметры распределения по портам маршрутов поездов
(вариант 1)

Обратим внимание на тот факт, что при одинаковой стоимости – 32,496 млн руб. в 12 и 13 допустимых планах значение общего времени отличаются и составляют 2,28 и 2,11 суток соответственно.

В предлагаемом подходе к поиску оптимального плана перевозок значительная роль отводится математическому эксперименту. Исходя из оперативной обстановки и экспертных рекомендаций можно целенаправленно и гибко манипулировать значениями численных параметров, характеризующих перевозки. Приводимые ниже результаты дают представление о вариативных возможностях подхода при моделировании процессов грузоперевозок.

Таким образом, период с августа по октябрь (являющийся одним из пиковых для отгрузки выращенного в юго-западном российском регионе зерна) совпадает с периодом пиковых транзитных перевозок зерна, выращенного в удаленных от морских портов районах страны. Поэтому в указанный период целесообразно использовать мощности портов Новороссийск и Тамань. Будем дополнительно предполагать, что на станцию Новороссийск должно поступить не менее 3-х, но и не более 9-и маршрутов, на станцию Туапсе – не более 5-и, а на станцию Тамань – не менее 3-х и не более 10-и маршрутов.

В таблице 3.7 приведены последовательно найденные системой аналитических вычислений допустимые планы перевозок.

Допустимые планы перевозок (вариант 2)

№ итерации	План перевозки	Число маршрутов, прибывших на припортовые станции			Время $\tau_1(t)$, сут	Стоимость, $\tau_4(c)$, млн руб
		P ₁	P ₂	P ₃		
1	3,0,0,0,0,3,0,0,3,0,0,3,0,2,1	3	2	10	2,28	34,556
2	3,0,0,0,0,3,0,0,3,0,0,3,1,1,1	4	1	10	2,28	34,105
3	3,0,0,0,0,3,0,0,3,0,0,3,2,0,1	5	0	10	2,28	33,654
4	3,0,0,0,0,3,0,0,3,0,0,3,3,0,0	6	0	9	2,28	33,306
5	3,0,0,0,0,3,0,0,3,1,0,2,3,0,0	7	0	8	2,28	32,957
6	3,0,0,0,0,3,0,0,3,2,0,1,3,0,0	8	0	7	2,28	32,609
7	3,0,0,0,0,3,0,0,3,3,0,0,3,0,0	9	0	6	2,28	32,261
8	2,1,0,0,0,3,1,0,2,3,0,0,3,0,0	9	1	5	2,28	32,138
9	1,2,0,0,0,3,2,0,1,3,0,0,3,0,0	9	2	4	2,28	32,016
10	0,3,0,0,0,3,3,0,0,3,0,0,3,0,0	9	3	3	2,28	31,893
11	0,3,0,3,0,0,0,0,3,3,0,0,3,0,0	9	3	3	2,11	31,893



Рисунок 3.6 – Параметры распределения по портам маршрутов поездов (вариант 2)

Обратим внимание на тот факт, что при одинаковой стоимости – 31,89 млн руб. в 10 и 11 допустимых планах значение общего времени отличаются и составляют 2,28 и 2,11 суток соответственно. Заметим, что, относительно варианта 1, стоимость при скачке времени отличается.

Для рассматриваемой двухкритериальной модели, несмотря на изменение введенных ограничений, значение исследуемых показателей плана перевозок и

оптимального плана распределения осталось прежним. Для анализа полученной выборки допустимых планов рассчитан вариант распределения без ввода ограничений (рисунок 3.7).

Таблица 3.8

Допустимые планы перевозок (вариант 3)

№ итер аци и	План перевозки	Число маршрутов, прибывших на припортовые станции			Время $\tau_1(t)$, сут	Стоимость, $\tau_4(c)$, млн руб
		P ₁	P ₂	P ₃		
1	0,0,3,0,0,3,0,2,1,0,3,0,0,0,3	0	5	10	2,28	38,510
2	0,0,3,0,0,3,0,2,1,1,2,0,0,0,3	1	4	10	2,28	38,058
3	0,0,3,0,0,3,0,2,1,2,1,0,0,0,3	2	3	10	2,28	37,607
4	0,0,3,0,0,3,0,2,1,3,0,0,0,0,3	3	2	10	2,28	37,156
5	0,0,3,0,0,3,1,1,1,0,3,0,0,0,3	1	4	10	2,28	36,837
6	0,0,3,0,0,3,1,1,1,1,2,0,0,0,3	2	3	10	2,28	36,386
7	0,0,3,0,0,3,1,1,1,2,1,0,0,0,3	3	2	10	2,28	35,935
8	0,0,3,0,0,3,1,1,1,3,0,0,0,0,3	4	1	10	2,28	35,483
9	0,0,3,0,0,3,2,0,1,0,3,0,0,0,3	2	3	10	2,28	35,164
10	0,0,3,0,0,3,2,0,1,1,2,0,0,0,3	3	2	10	2,28	34,713
11	0,0,3,0,0,3,2,0,1,2,1,0,0,0,3	4	1	10	2,28	34,262
12	0,0,3,0,0,3,2,0,1,3,0,0,0,0,3	5	0	10	2,28	33,811
13	0,0,3,0,0,3,3,0,0,3,0,0,0,0,3	6	0	9	2,28	33,541
14	0,0,3,1,0,2,3,0,0,3,0,0,0,0,3	7	0	8	2,28	33,271
15	0,0,3,2,0,1,3,0,0,3,0,0,0,0,3	8	0	7	2,28	33,001
16	0,0,3,3,0,0,2,0,1,3,0,0,0,0,3	8	0	7	2,11	33,001
17	0,0,3,3,0,0,3,0,0,3,0,0,0,0,3	9	0	6	2,11	32,732
18	0,1,2,3,0,0,3,0,0,3,0,0,0,0,3	9	1	5	2,11	32,531
19	0,2,1,3,0,0,3,0,0,3,0,0,0,0,3	9	2	4	2,11	32,329
20	0,3,0,3,0,0,3,0,0,3,0,0,0,0,3	9	3	3	2,11	32,128
21	0,3,0,3,0,0,2,0,1,3,0,0,1,0,2	9	3	3	2,11	32,050
22	0,3,0,3,0,0,1,0,2,3,0,0,2,0,1	9	3	3	2,11	31,971
23	0,3,0,3,0,0,0,0,3,3,0,0,3,0,0	9	3	3	2,11	31,893

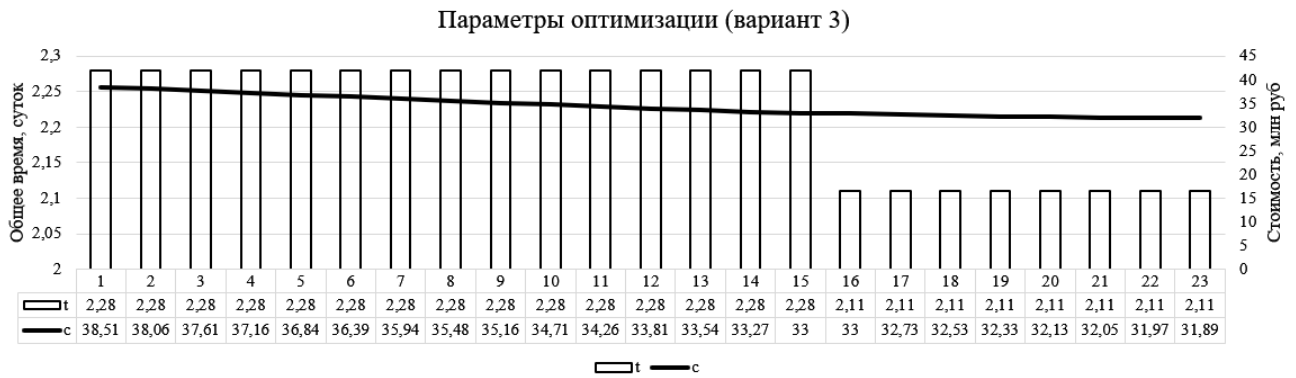


Рисунок 3.7 – Параметры оптимизации и распределение по портам маршрутов поездов (вариант 3)

Обратим внимание на тот факт, что при одинаковой стоимости – 33 млн руб. в 15 и 16 допустимых планах значение общего времени отличаются и составляют 2,28 и 2,11 суток соответственно. При реализации одного и того же времени – 2,11 суток разница вариантов стоимости реализации планов распределения, найденных системой аналитических вычислений составляет (вариант 3) – 1,11 млн руб.

Во всех вариантах, в ходе математического эксперимента, оптимальный план распределения одинаков. Причем, предсказуемый результат – максимально возможное количество маршрутов отправлено в порт Новороссийск, в связи с наиболее близким его расположением относительно всех станций погрузки по сравнению с другими портами, в оптимальном плане подтвердился. Обратим внимание, что скачок показателя общего времени во всех трех вариантах происходит на фоне стабильной стоимости полученного плана и при одинаковом распределении маршрутов между портами, что говорит о возможностях перевозчика вносить оперативные временные корректировки в процесс перевозки не увеличивая стоимости. При этом несмотря на то, что временной скачок в трех вариантах происходит при одинаковых временных показателях значение стоимости отличается, что говорит о влиянии ограничений на стоимость в ряде допустимых планов распределения, но не влияет на оптимальный результат.

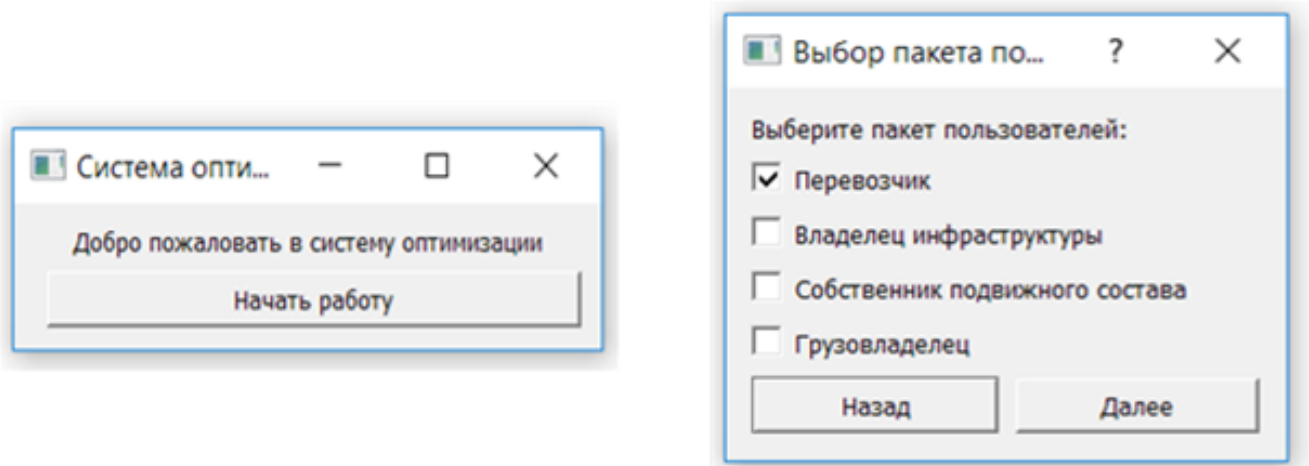
Ряд допустимых планов, имеющих одинаковый показатель τ_1 при разных τ_4 говорит о наличии существенной конкуренции между портами.

Таким образом, предлагая варианты распределения грузопотоков перевозчик, исходя из своих интересов и учитывая условия компании-оператора

подвижного состава, может предложить наиболее выгодный вариант распределения грузопотоков по портам назначения для грузовладельца.

На основе разработанного метода предлагается следующий интерфейс программного обеспечения для поддержки принятия управленческих решений с возможностями оперативной корректировки вариантов распределения грузопотоков насыпных грузов [70]:

а)



б)

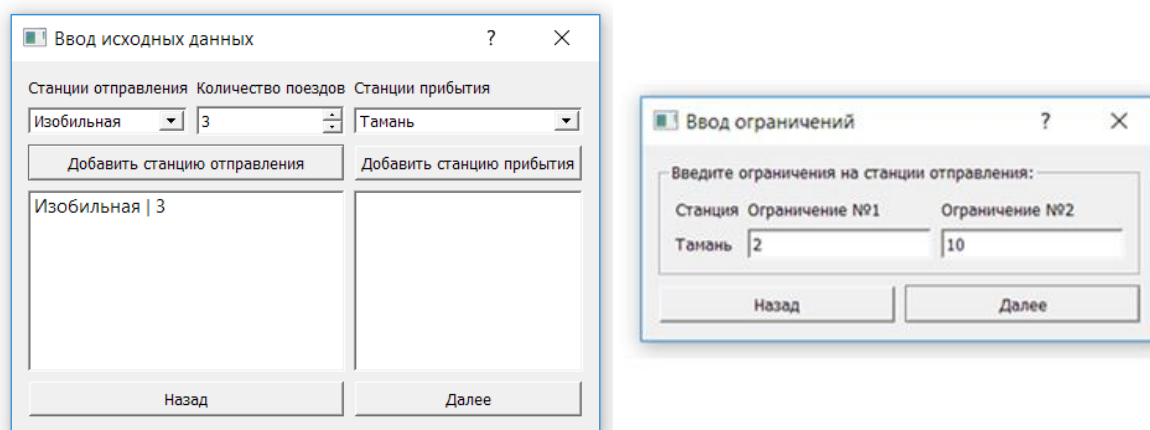
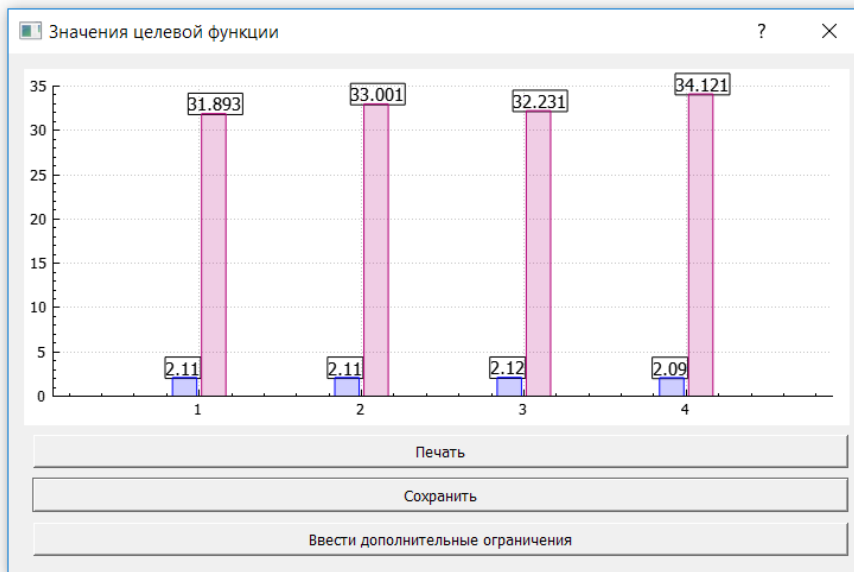


Рисунок 3.8– Интерфейс программного комплекса распределения припортовых грузопотоков: а) Выбор пакета пользователя б) Ввод исходных данных и ограничений в) Вывод расчетных значений целевых функций г) Вывод допустимого или оптимального плана распределения д) Сравнение распределений (начало)

в)



г)

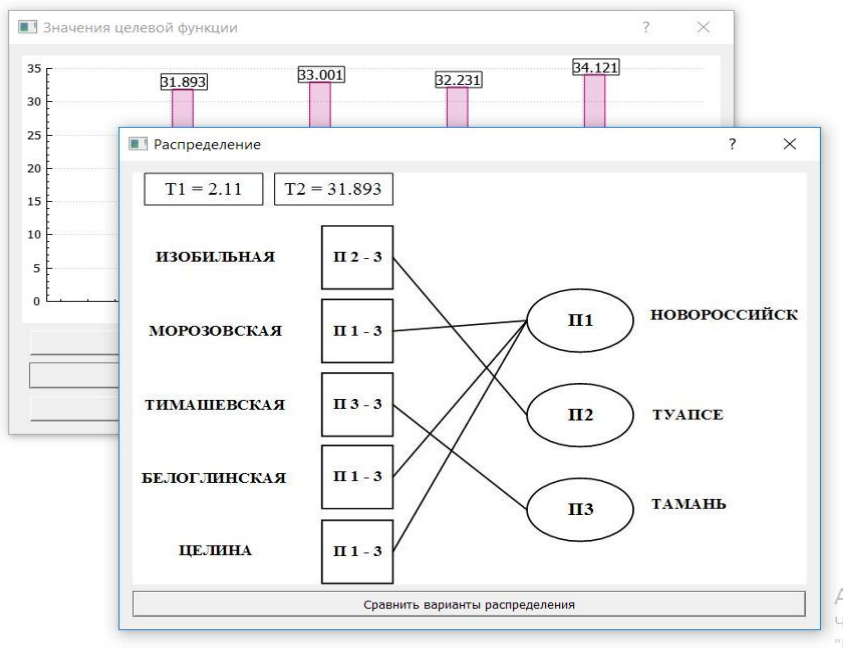


Рисунок 3.8– Интерфейс программного комплекса распределения припортовых грузопотоков: а) Выбор пакета пользователя б) Ввод исходных данных и ограничений в) Вывод расчетных значений целевых функций г) Вывод допустимого или оптимального плана распределения д) Сравнение распределений (продолжение)

д)

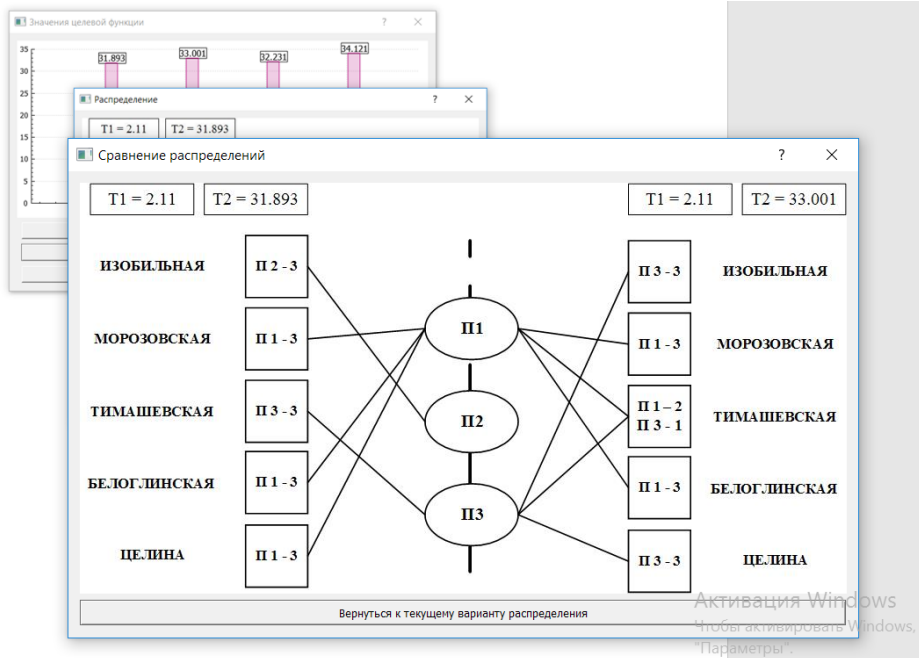


Рисунок 3.8– Интерфейс программного комплекса распределения припортовых грузопотоков: а) Выбор пакета пользователя б) Ввод исходных данных и ограничений в) Вывод расчетных значений целевых функций г) Вывод допустимого или оптимального плана распределения д) Сравнение распределений (окончание)

Приложение было разработано на объектно-ориентированном языке C# в интегрированной среде Visual Studio. Откомпилируемый файл выполняется на всех операционных системах семейства Windows. Также желательно, чтобы на компьютере пользователя было установлен пакет MS Office.

Для того чтобы выполнять расчеты стоимостей перевозок грузовых поездов необходимо запустить файл «Transport.exe» и на экране отобразится диалоговое окно приложения (приложение 3, рисунок ПЗ.1).

Вначале необходимо выбрать количество маршрутов, стоимостей и вагонов. Задать константы T – максимальное граничное значение по времени, C – максимальное значение по стоимости.

Далее необходимо нажать кнопку «Ввести данные». В результате у вас появится автоматически сформированные таблицы для ввода исходных данных, а именно: маршруты, максимальное количество станций прибытия, время прибытия на станции, стоимости перевозок между станциями (приложение 3, рисунок ПЗ.2).

Для удобства в данном приложении добавлена кнопка «Импорт данных», при нажатии на которую будут автоматически введены характеристики рассматриваемого полигона (рисунок 3.9).

Программа расчета

Кол-во маршрутов: 5 Кол-во станций: 3 Кол-во вагонов: 50 T: 3 Макс. стоимость: 1000000000 Ввести

Маршруты

	a1	a2	a3	a4	a5
▶	3	3	3	3	3
*					

Макс. кол-во станций прибытия

	b1	b2	b3
▶	9	5	10
*			

Время t_{ij} , i - станция погрузки, j - станция прибытия

	$t[i1][j]$	$t[i2][j]$	$t[i3][j]$
▶ j1	1.16	1.25	1.38
j2	2.11	2.61	2.28
j3	0.52	1.58	0.7
j4	1.06	1.34	1.28
j5	1.43	1.71	1.65
*			

Стоимость перевозки

	$c[i1][j]$	$c[i2][j]$	$c[i3][j]$
▶ j1	37775.86	40718.82	44740.88
j2	67794.11	83489.93	73189.55
j3	17763.69	51215.4	23159.13
j4	34636.69	43661.79	41601.71
j5	46310.46	55335.55	53275.48
*			

Рисунок 3.9 – Ввод исходных данных

После того как данные были введены необходимо нажать кнопку «Вычислить». По разработанному алгоритму будут выполнены расчеты. Далее, в правой части приложения будут отображены данные в табличном виде (рисунок 3.10).

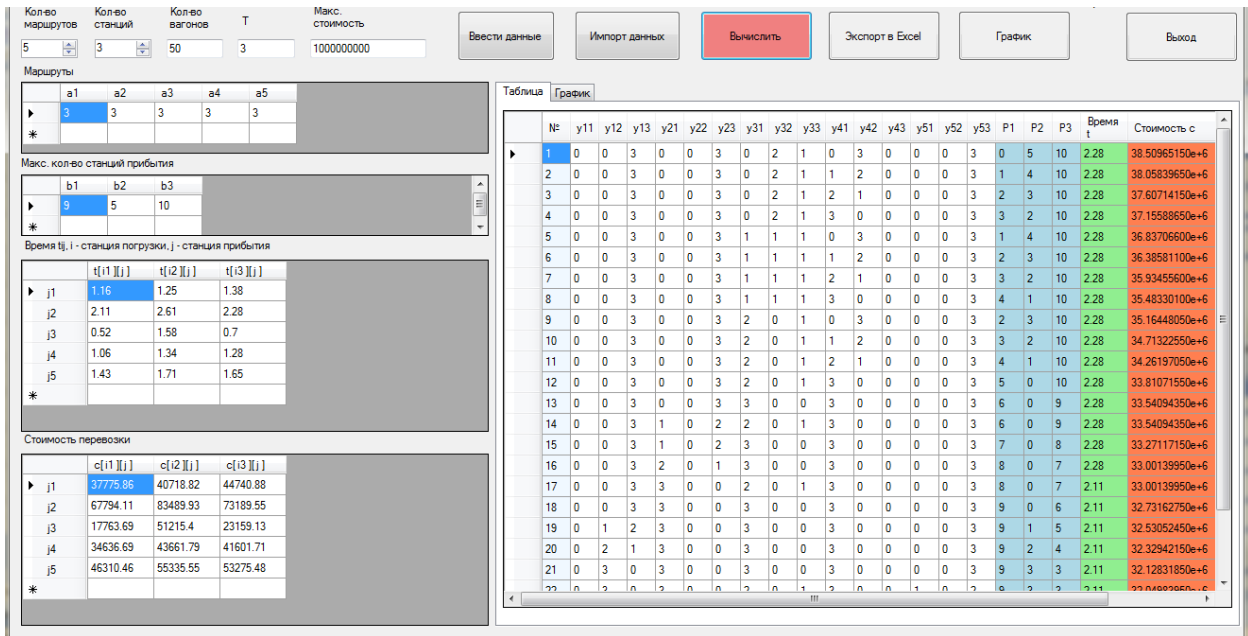


Рисунок 3.10 – Результаты расчетов стоимостей перевозок

Данные, представленные на рис.4, для удобства дальнейшего анализа, сгруппированы по столбцам, где N – номер итерации, y_{ij} – план перевозки, P_i – число маршрутов, прибывших на портовые станции, t_{ij} – время, c_{ij} – стоимость перевозки в рублях.

Для удобства пользователей в программе предусмотрена возможность экспорта полученных данных в табличный редактор MS Excel (приложение 3, рисунок П3.3).

Также данная программа имеет возможность построения графических зависимостей для дальнейшего анализа полученной информации. Это действие может быть осуществлено только после выполнения расчетов. Пользователь должен нажать на кнопку в верхнем меню «График» и выбрать поля и тип графика (рисунок 3.11).

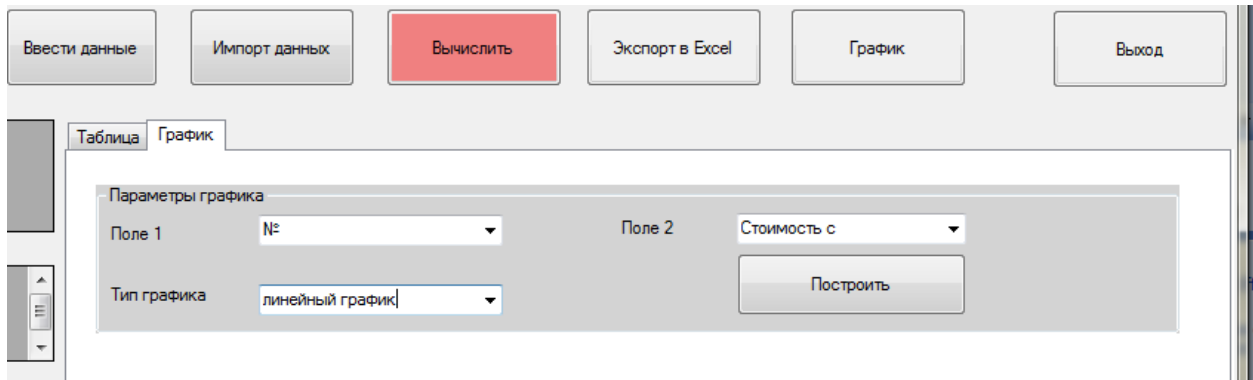


Рисунок 3.11 – Настройка параметров графика

После настройки параметров графика необходимо нажать кнопку «Построить». Например, выберем в поле 1 – значение номера итерации, а в поле 2 – стоимость, тип графика выберем – линейный. В результате автоматически будет построена графическая зависимость (рисунок 3.12).

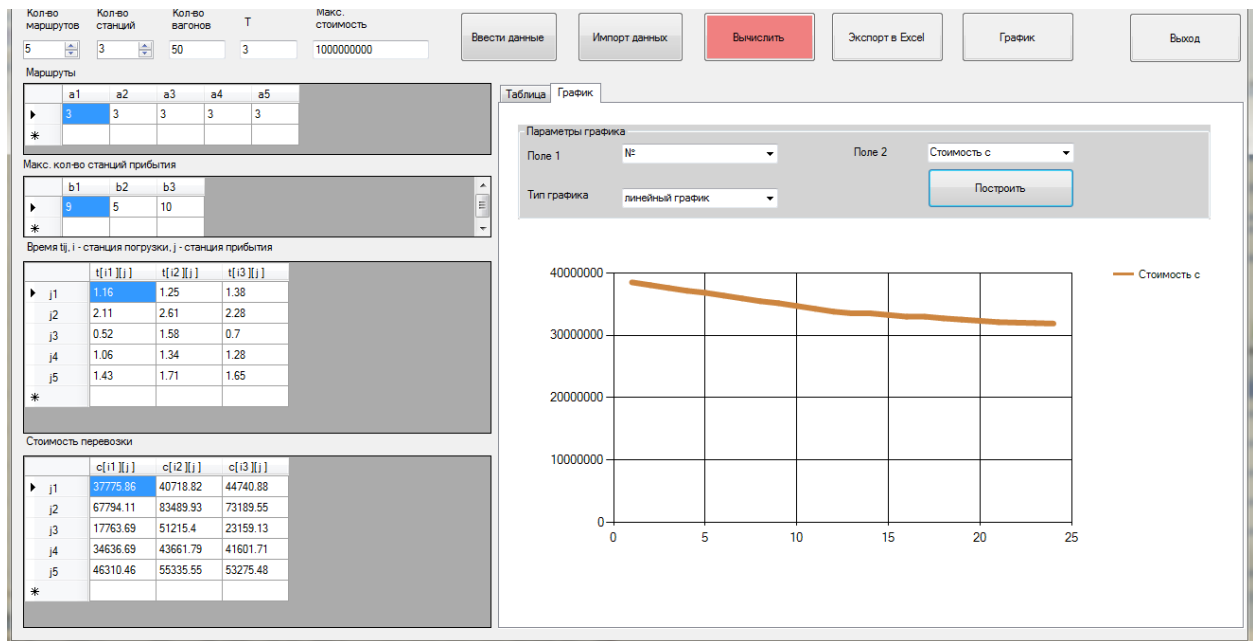


Рисунок 3.12 – Построение линейного графика по результатам расчетов программы

Аналогично строится гистограмма, показанная на рисунки П3.4, П3.5 приложения 3.

Программа является кроссплатформенной, имеет расширенный интерфейс с целью удовлетворения потребностей различных пользователей, осуществляющих планирование и оперативные корректировки при осуществлении перевозочного процесса.

3.3 Формирование распределительных кластеров насыпных грузов на полигоне припортовой железной дороги (на примере СКЖД)

Рассмотрим расчетную выборку, состоящую из сведений о 109 элеваторах (приложение 2, таблица П2.1, П2.2), расположенных на полигоне Северо-Кавказской железной дороги и имеющих железнодорожные подъездные пути с хранилищами емкостью от 42 до 300 тыс т производительностью 360–3180 т/сут (рисунок 3.13).

Для железнодорожных станций, на которых расположены склады из расчетной выборки, составлены ведомости расстояний, стоимостей перевозок для единицы подвижного состава (вагон – зерновоз, груз – пшеница, вагон – собственный) (приложение 2, рисунки П.2.3, П2.4).

Установлено, что зернохранилища большой емкости при небольшой производительности фронтов погрузки позволяют обеспечить длительное хранение партий зерна при малой транспортной подвижности груза, а элеваторы, имеющие большую производительность, оказывают значительное влияние на интенсивность и плотность грузопотоков транспортной сети при их слабой концентрации.

Для выявления наиболее перспективных с точки зрения маршрутизации перевозок элеваторов выполнен модифицированный АВС-анализ по разработанному алгоритму [151]. В ходе исследования выявлена независимость параметров производительности и емкости элеваторов. Чтобы учесть обе указанные характеристики элеваторов, ранжирование проведено отдельно по емкости и производительности (рисунки 3.14 и 3.15, таблица 3.1).

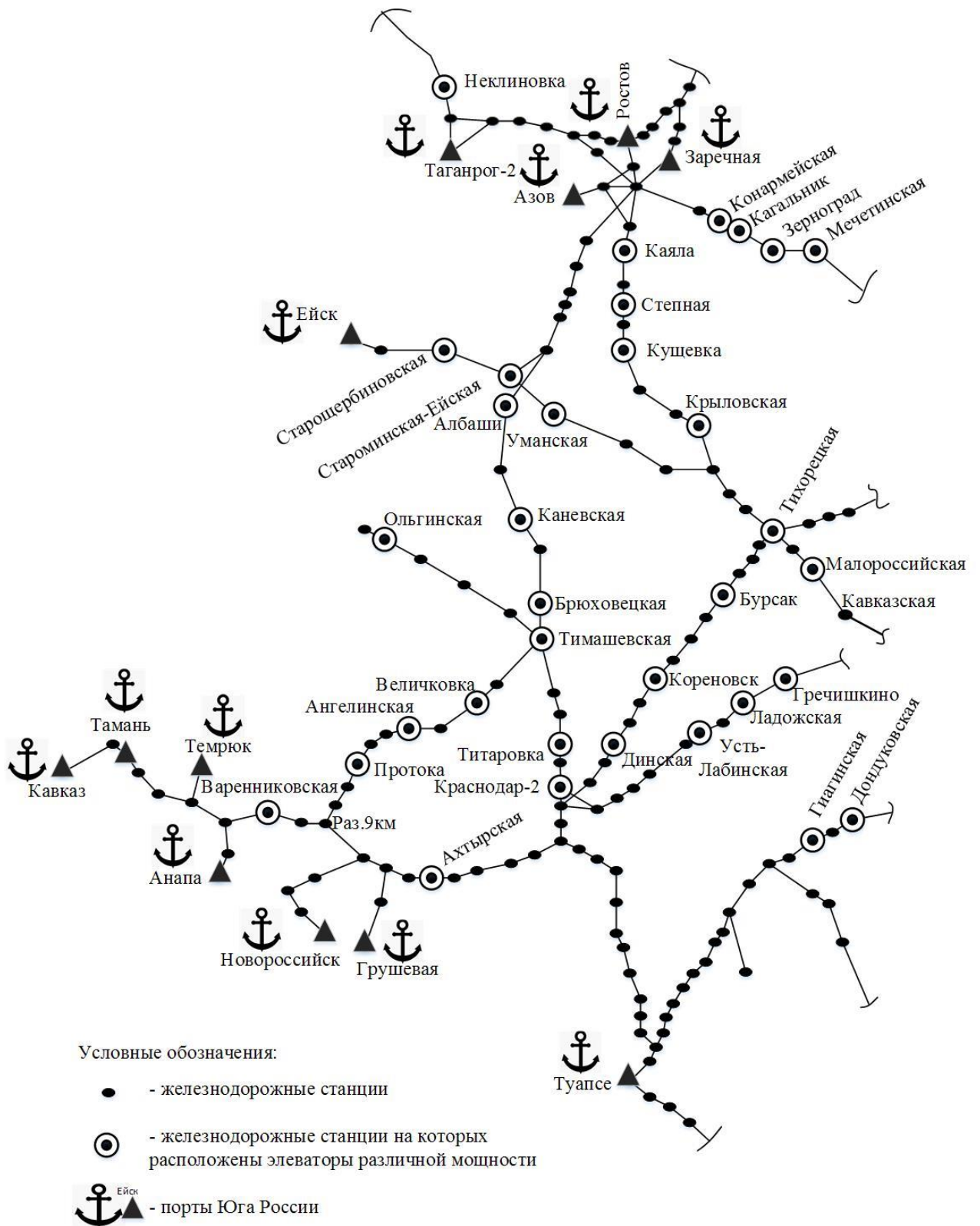


Рисунок 3.13 – Пример размещения элеваторов на выделенном полигоне Северо-Кавказской железной дороги (фрагмент)

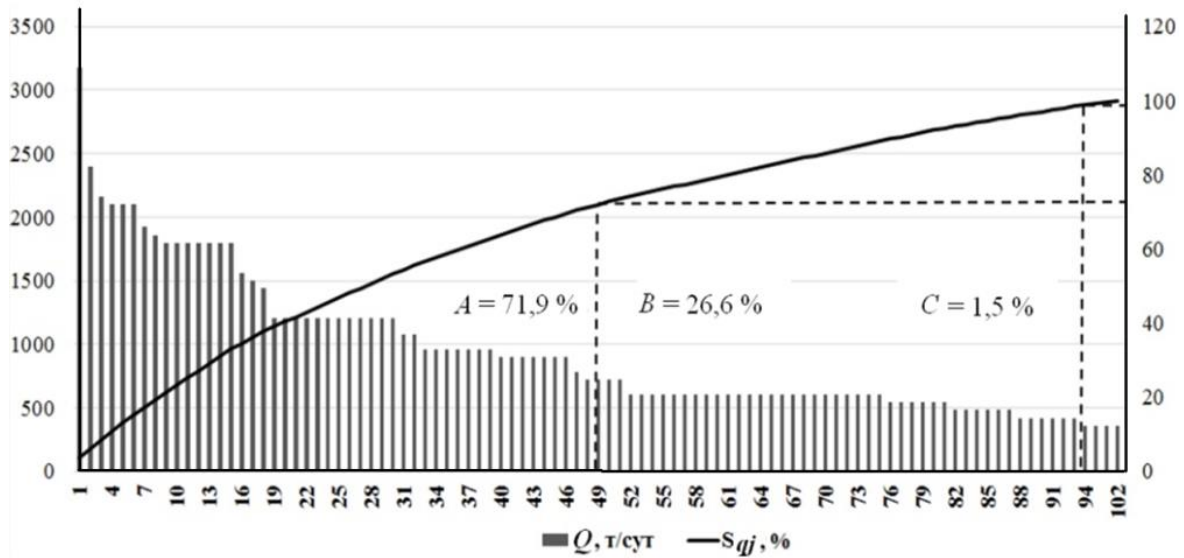


Рисунок 3.14 – ABC-анализ элеваторов по производительности

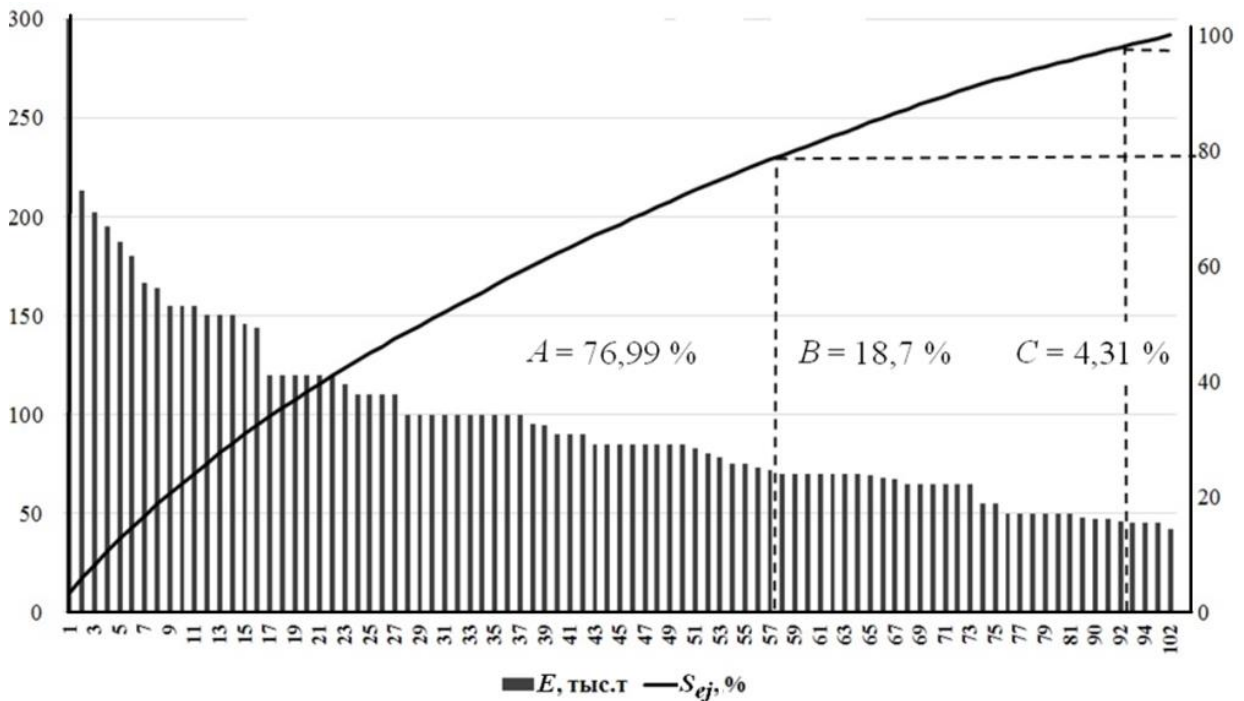


Рисунок 3.15 – ABC-анализ элеваторов по емкости

В результате ABC-анализа элеваторы разделены на группы: A – крупнейшие и крупные элеваторы; B – средние; C – малые элеваторы. В группе B выделены две подгруппы, границу между которыми предлагается определять по наибольшей разнице между смежными значениями выборки:

$$\Delta E_i = E_i - E_{i+1} \quad (3.1)$$

или

$$\Delta Q_i = Q_i - Q_{i+1}, \quad (3.2)$$

где ΔE_i , ΔQ_i – разница между смежными значениями выборки емкости и производительности соответственно, E_i – емкость i -го элеватора; Q_i – производительность транспортного оборудования i -го элеватора.

Таблица 3.9

АВС-анализ элеваторов на полигоне СКЖД по производительности и емкости (фрагмент)

Местоположение элеватора на полигоне (станция)	Критерий классификации Q , т/сут	Удельный вес q_j , %	Нарастающий итог, Sq_j , %	Классификационная группа
<i>по производительности</i>				
Белоглинская	3180	3,43	3,43	<i>A</i>
Зеленокумск	2160	2,33	5,76	<i>A</i>
Буденновск	2100	2,27	8,03	<i>A</i>
Крыловская	2100	2,27	10,29	<i>A</i>
...
Георгиевск	720	0,78	72,02	<i>B</i>
Старомарьевская	720	0,77	72,79	<i>B</i>
Сулин	720	0,77	73,57	<i>B</i>
Андреевская	600	0,65	74,22	<i>C</i>
Варениковская	600	0,64	74,87	<i>C</i>
...
Красная Гвардия	360	0,39	100	<i>C</i>
<i>по емкости</i>				
Целина	300	3,48	3,48	<i>A</i>
Благодарное	213	2,47	5,94	<i>A</i>
Белоглинская	202	2,34	8,29	<i>A</i>
Ипатово	195,1	2,26	10,56	<i>A</i>
...
Прохладная	78	0,90	75,01	<i>B</i>
Пролетарская	75	0,86	75,88	<i>B</i>
Черкесск	75	0,87	76,75	<i>B</i>
Тихорецкая	73	0,85	77,60	<i>C</i>
Уманская	71,7	0,83	78,43	<i>C</i>
...
Гулькевичи	42	0,49	100	<i>C</i>

Для сокращения объема выборки исследуемых объектов и формирования зерновых кластеров предлагается малые элеваторы группы *C* объединить с крупными групп *A* и *B*. Для этого использована соответствующая модификация гравитационной модели Шеффле–Вебера (приложение 2, таблица П2.3, П2.4) [156] (см.гл.3).

Пример расчета показателя «тяготения» представлен в таблицах 3.11 и 3.12.

Таблица 3.11

Величины гравитационных связей* зернохранилищ для объединения объектов группы С (расчет по производительности)

Станция отправления	Станции тяготения					
	Каневская	Староминская	Уманская	Каяла	Конармейская	Неклиновка
Албаши	367,35	864	42,81	4,99	4,55	3,72
	Лихая	Сулин	Шахтная	-	-	-
Зверев	281,25	349,03	54,69	-	-	-
	Староминская	-	-	-	-	-
Старощербиновская	495,87	-	-	-	-	-
	Ангелинская	Тимашевская	-	-	-	-
Величковка	803,31	426,03	-	-	-	-
	Шахтная	Каяла	Конармейская	Староминская	Албаши	Неклиновка
Хотунок	58,33	11,52	9,64	15,41	1,87	5,14

Примечание: * - тонн/сутки*км²

Таблица 3.12

Величина гравитационных связей* зернохранилищ для объединения объектов группы С (расчет по емкости)

Станция отправления	Станции тяготения				
	Передовая	Темижбекская	-	-	-
Расшеватка	4,44	1,1	-	-	-
	Матвеев Курган	-	-	-	-
Успенская	8,53	-	-	-	-
	Лихая	Тацинская	-	-	-
Васильевский	0,71	1,01	-	-	-
	Ахтырская	Протока	-	-	-
Варенниковская	0,89	0,32	-	-	-
	Тимашевская	Ангелинская	-	-	-
Величковка	4,44	7,18	-	-	-
	Прохладная	Наурская	-	-	-
Докшукино	1,18	0,145	-	-	-
	Степная	Конармейская	Неклиновка	Албаши	Староминская
Каяла	4,8	0,43	0,192	0,07	0,22
	Кавказская	Расшеватка	-	-	-
Темижбекская	3,36	1,101	-	-	-
	Шептуховка	-	-	-	-
Чертково	3,69	-	-	-	-
	Лихая	Шахтная	Сулин	-	-
Зверев	0,69	0,607	3,6	-	-
	Степная	Крыловская	-	-	-
Кущевка	4,13	1,5	-	-	-
	Каменская	Васильевский	Зверев	Сулин	Шахтная
Лихая	2,26	0,71	0,69	0,703	0,27
	Мальчевская	Тарасовка	-	-	-
Миллерово	2,89	2,25	-	-	-

Примечание: * - тонн*10³/км²

В таблицах 3.11 и 3.12 курсивом выделены станции с максимальным показателем «тяготения».

Анализ гравитационных связей показал наиболее эффективные варианты объединения малых элеваторов (группа *C*) с более крупными (таблица 3.13).

На основе объединения зернохранилищ (элеваторов) выполнен сравнительный анализ полученных групп. По соотношению емкости к производительности все исследуемые элеваторы можно разделить на три группы: равные; по емкости выше, чем по производительности; по емкости ниже, чем по производительности.

Таблица 3.13

Результаты скорректированного *ABC*-анализа элеваторов

Показатель	Группа			
	<i>A</i>	<i>B</i>		<i>C</i>
	Крупнейшие	Крупные	Средние	Малые
Емкость, тыс т	120–300	70–115,8	42–69	20–40
Производительность, т/час	1440–3180	720–1200	360–600	180–300

Для выделения потенциальных зерновых кластеров (узлов) на базе элеваторов зерновых грузов предлагается использовать элеваторы, которые имеют одинаковые группы, присвоенные в результате *ABC*-анализа по емкости и производительности, а также те, которые относятся к крупнейшим и крупным. В число таких элеваторов, вошли зернохранилища, расположенные на железнодорожных станциях Ангелинская, Белоглинская, Благодарное, Ипатово, Целина. Крупные элеваторы расположены на железнодорожных станциях Атаман, Ея, Каневская, Коноково, Кума, Курсавка, Лабинская, Малороссийская, Маслов Кут, Моздок, Морозовская, Ремонтная, Сулин, Тимашевская, Трубецкая [159].

В результате расчета показателя гравитации (приложение 2, рисунок П2.5) сформированы погрузочные кластеры на полигоне СКЖД с набором характеристик для каждого элемента (связи) каждого из кластеров (приложение 2, таблица П2.5).

При нанесении на схему СКЖД областей гравитационных связей между станциями погрузки, сформировались погрузочные кластеры, объединяющие ряд самостоятельных станций.

Рассмотрим кластеризацию портов Азово-Черноморского бассейна (по условию **портовый кластер**) на основе модифицированного гравитационного метода [156]. Данные для расчета показателя гравитации представлены в таблицах 3.14, 3.15.

Таблица 3.14

Ведомость расстояний между портами Юга России

	Азов	Ейск	Кавказ	Новороссийск	Ростов (Заречная)	Таганрог	Тамань	Темрюк	Туапсе	Усть-Донецк
Азов	0	192	501	402	38	115	457	435	562	194
Ейск	192	0	441	342	170	247	397	375	683	326
Кавказ	501	441	0	213	479	556	44	94	687	635
Новороссийск	402	342	213	0	380	457	169	147	572	536
Ростов	38	170	479	380	0	77	435	413	540	172
Таганрог	115	247	556	457	77	0	512	490	617	246
Тамань	457	397	44	169	435	512	0	50	643	591
Темрюк	435	375	94	147	413	490	50	0	621	569
Туапсе	562	683	687	572	540	617	643	621	0	696
Усть-Донецк	194	326	635	536	172	246	591	569	696	0

Таблица 3.15

Характеристики портов Юга России (зерновые терминалы)

	Емкость, E, тыс.т	Производительность, Q, т/сут	Коэффициент динамики грузовой массы, $k_{ДГМ}$
Азов	152	2040	0,075
Ейск	100	720	0,139
Кавказ	90	2000	0,045
Новороссийск	400	18000	0,022
Ростов (Заречная)	100	1800	0,056
Таганрог	120	2100	0,057
Тамань	192	600	0,32
Темрюк	120	800	0,15
Туапсе	106,7	5500	0,0194
Усть-Донецк	60	600	0,1

Коэффициенты пропорциональности, исходя из представленных данных, рассчитанные согласно формулам (2.3) п.2.1 при этом составляют:

$$\alpha^{(E)} = 0,05, \alpha^{(Q)} = 0,033.$$

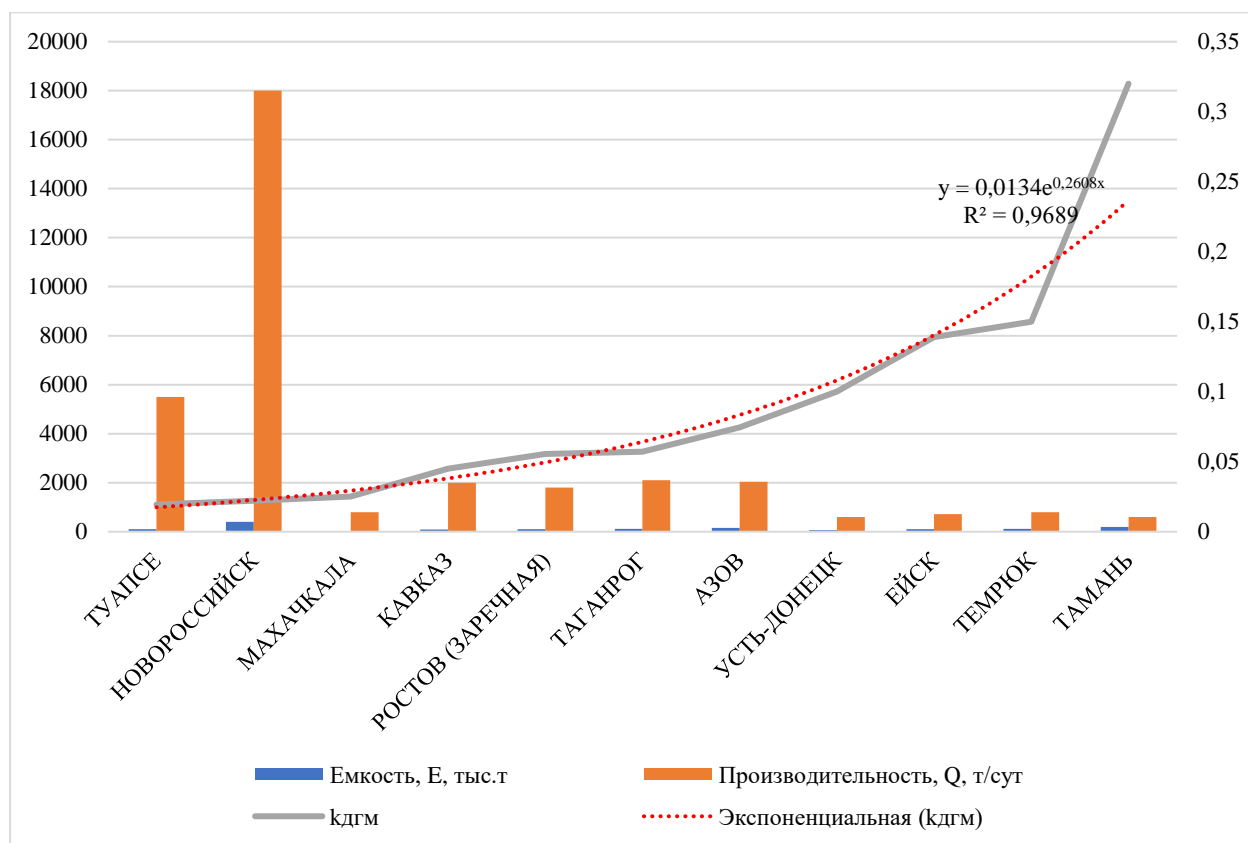


Рисунок 3.16 – Изменение коэффициента динамики грузовой массы

Таблица 3.16

Расчетная величина показателя притяжения по емкости

	Азов	Ейск	Кавказ	Новороссийск	Ростов (Заречная)	Таганрог	Тамань	Темрюк	Туапсе	Усть-Донецк
Азов	0	0,021	0,003	0,019	0,526	0,069	0,007	0,005	0,003	0,242
Ейск	0,021	0	0,002	0,017	0,017	0,01	0,006	0,004	0,001	0,003
Кавказ	0,003	0,002	0	0,04	0,002	0,002	0,446	0,061	0,001	0,001
Новороссийск	0,019	0,017	0,04	0	0,014	0,012	0,135	0,111	0,007	0,004
Ростов (Заречная)	0,526	0,017	0,002	0,014	0	0,101	0,005	0,004	0,002	0,01
Таганрог	0,069	0,01	0,002	0,012	0,101	0	0,004	0,003	0,002	0,006
Тамань	0,007	0,006	0,446	0,135	0,005	0,004	0	0,461	0,003	0,002
Темрюк	0,005	0,004	0,061	0,111	0,004	0,003	0,461	0	0,002	0,001
Туапсе	0,003	0,001	0,001	0,007	0,002	0,002	0,003	0,002	0	0,001
Усть-Донецк	0,242	0,003	0,001	0,004	0,01	0,006	0,002	0,001	0,001	0

Таблица 3.17

Расчетная величина показателя притяжения по производительности

	Азов	Ейск	Кавказ	Новороссийск	Ростов (Заречная)	Таганрог	Тамань	Темрюк	Туапсе	Усть-Донецк
Азов	0	1,328	0,542	7,574	84,77	10,798	0,195	0,288	1,184	1,084
Ейск	1,328	0	0,247	3,693	1,495	0,826	0,091	0,137	0,283	0,136
Кавказ	0,542	0,247	0	26,45	0,523	0,453	20,66	6,036	0,777	0,099
Новороссийск	7,574	3,693	26,45	0	7,479	6,033	12,61	22,21	10,09	1,253
Ростов (Заречная)	84,77	1,495	0,523	7,479	0	21,25	0,19	0,281	1,132	1,217
Таганрог	10,8	0,826	0,453	6,033	21,25	0	0,16	0,233	1,011	0,694
Тамань	0,195	0,091	20,66	12,61	0,19	0,16	0	6,4	0,266	0,034
Темрюк	0,288	0,137	6,036	22,213	0,281	0,233	6,4	0	0,38	0,049
Туапсе	1,184	0,283	0,779	10,087	1,132	1,011	0,266	0,38	0	0,227
Усть-Донецк	1,084	0,136	0,099	1,253	1,217	0,694	0,034	0,049	0,227	0

Таблица 3.18

Сравнительный анализ притяжения портов по производительности и емкости

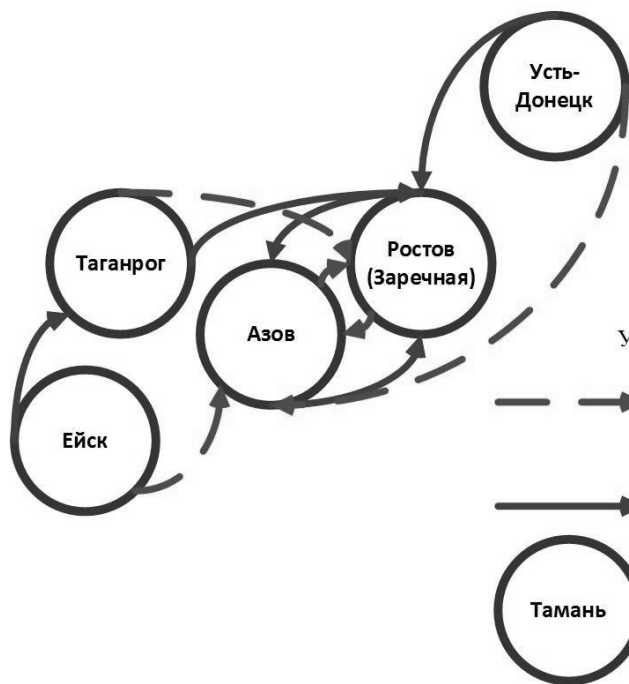
Порт	Порты притяжения, исходя из расчета:	
	по производительности	по емкости
Азов	Ростов	Ростов
Ростов	Азов	Азов
Ейск	Таганрог	Азов
Кавказ	Темрюк	Тамань
Таганрог	Ростов	Ростов
Тамань	Кавказ	Темрюк
Темрюк	Тамань	Тамань
Усть-Донецкая	Ростов	Азов
Махачкала	Азов	Тамань

Примечание: цвет – отличия

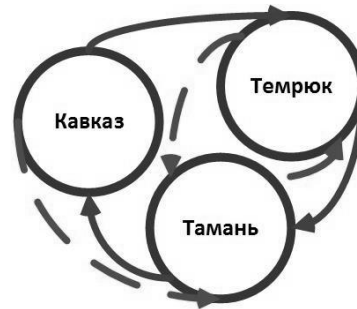
В результате произведенных расчетов определены показатели тяготения для портов АЧБ. Сравнительный анализ значений тяготения (таблица 3.18) показал, что часть портов имеет взаимное притяжение, например, Азов и Ростов, а другие взаимного притяжения не имеют – Таганрог и Ростов притягиваются односторонне.

Таким образом, возможно выделить портовые кластеры для эффективной организации экспортных перевозок насыпных грузов (рисунок 3.17).

а)



б)



Условные обозначения:

- направление притяжения портов друг к другу по емкости зерновых терминалов

- направление притяжения портов друг к другу по производительности зерновых терминалов

Тамань - морской порт

Рисунок 3.17 – Направление тяготения между малыми портами Азово-Черноморского бассейна для припортовых зерновых терминалов

Анализ показателей притяжения между портами Азово-Черноморского бассейна показал возможность кластеризации малых портов, при этом глубоководные порты следует выделить в отдельные кластеры, в связи с несопоставимыми объемами перевалки грузов.

Кроме погрузочных и портовых кластеров, которые существуют отдельно друг от друга, предлагается организация «связующего» звена – **кластер порта**. С точки зрения транспорта, кластер порта – это зона тяготения погрузочных кластеров или самостоятельных погрузочных элементов транспортной сети к определенному порту.

На основании матриц расстояний между станциями погрузки и портами, характеристик элеваторов, и результатов АВС-анализа с помощью гравитационного метода произведен расчет показателей притяжения между станциями погрузки определенного класса и портами (таблицы 3.19-3.23).

В результате расчетов показателей тяготения были получены кластеры портов на полигоне СКЖД (рисунок 3.18). Следует отметить, что кластеры портов расположены таким образом, что имеются «пересекающиеся» области, которые одновременно могут быть трактованы как зона притяжения нескольких портов одновременно наряду с однозначно относящимися к определенному порту.

Таблица 3.19

Расчет показателей тяготения между портами и станциями погрузки АА (α -склад)

Порт \ Станция	Целина	Благодарное	Ипатово	Белоглинская	Ангелинская
Азов	0,646	0,041	0,041	0,164	0,086
Ейск	0,131	0,018	0,018	0,048	0,092
Кавказ	0,032	0,016	0,016	0,034	0,083
Новороссийск	0,219	0,147	0,105	0,268	1,221
Ростов (Заречная)	0,566	0,029	0,03	0,128	0,067
Таганрог	0,287	0,027	0,027	0,089	0,048
Тамань	0,079	0,04	0,04	0,088	0,277
Темрюк	0,054	0,027	0,026	0,062	0,226
Туапсе	0,041	0,025	0,025	0,044	0,015
Усть-Донецк	0,078	0,011	0,01	0,029	0,015
Махачкала	0,003	0,006	0,004	0,003	0,001

Таблица 3.20

Расчет показателей тяготения между портами и станциями погрузки АВ/ВА (β -склад)

Порт \ Станция	Ровное	Дивное	Динская	Аполлонская	Изобильная	Ставрополь	Степная
Азов	0,19	0,031	0,105	0,047	0,115	0,085	1,495
Ейск	0,052	0,014	0,085	0,021	0,043	0,034	0,142
Кавказ	0,035	0,012	0,075	0,019	0,038	0,03	0,023
Новороссийск	0,295	0,078	0,96	0,119	0,288	0,214	0,171
Ростов (Заречная)	0,152	0,022	0,08	0,0339	0,086	0,063	1,853
Таганрог	0,099	0,02	0,059	0,031	0,069	0,053	0,419
Тамань	0,094	0,03	0,224	0,045	0,097	0,076	0,059
Темрюк	0,066	0,02	0,171	0,03	0,067	0,052	0,04
Туапсе	0,047	0,019	0,032	0,046	0,066	0,05	0,03
Усть-Донецк	0,031	0,008	0,02	0,012	0,024	0,019	0,084
Махачкала	0,003	0,003	0,002	0,017	0,004	0,004	0,002

Таблица 3.21

Расчет показателей тяготения между портами и станциями погрузки ВВ (γ-склад) (фрагмент)

Станция \ Порт	Ея	Коноково	Лабинская	Атаман	Каневская	Сулин	Тимашевская	Трубецкая	Кума	Курсавка	Малороссийская	Маслов Кут	Моздок	Морозовская	Ремонтная
Азов	0,162	0,08	0,061	0,534	0,231	0,258	0,152	0,231	0,02	0,034	0,142	0,019	0,016	0,062	0,052
Ейск	0,045	0,029	0,024	0,091	0,344	0,046	0,181	0,053	0,009	0,014	0,037	0,009	0,008	0,021	0,018
Кавказ	0,031	0,026	0,021	0,018	0,042	0,009	0,068	0,016	0,008	0,012	0,025	0,008	0,007	0,007	0,009
Новороссийск	0,256	0,2	0,152	0,114	0,392	0,06	0,759	0,114	0,052	0,085	0,213	0,048	0,041	0,04	0,055
...
Тамань	0,082	0,067	0,053	0,044	0,121	0,023	0,207	0,041	0,02	0,031	0,066	0,019	0,016	0,016	0,021
Темрюк	0,058	0,046	0,037	0,03	0,089	0,016	0,159	0,028	0,013	0,021	0,047	0,012	0,011	0,011	0,014
Туапсе	0,041	0,103	0,14	0,021	0,016	0,009	0,022	0,021	0,02	0,037	0,043	0,018	0,015	0,007	0,011

Таблица 3.22

Расчет показателей тяготения между портами и станциями погрузки ВС/СВ (δ-склад) (фрагмент)

Станция \ Порт	Бурсак	Георгиевск	Каменная	Шептуховка	Ольгинская	Краснодар-2	Передовая	Кавказская	Мальчевская	Прохладная
Азов	0,109	0,019	0,118	0,05	0,092	0,077	0,051	0,083	0,061	0,01
Ейск	0,03	0,008	0,03	0,017	0,098	0,079	0,018	0,026	0,02	0,005
Кавказ	0,026	0,007	0,007	0,005	0,043	0,062	0,016	0,023	0,006	0,004
Новороссийск	0,255	0,048	0,045	0,031	0,408	0,912	0,127	0,203	0,036	0,027
...
Тамань	0,073	0,018	0,018	0,013	0,125	0,194	0,042	0,061	0,015	0,01
Темрюк	0,053	0,012	0,012	0,009	0,092	0,151	0,029	0,044	0,01	0,007
Туапсе	0,026	0,019	0,007	0,005	0,017	0,025	0,029	0,044	0,006	0,01

Таблица 3.23

Расчет показателей тяготения между портами и станциями погрузки СС (ω -склад) (фрагмент)

Станция Порт	Брюховецкая	Гиагинская	Михайло-Леонтьевская	Тарасовка	Уманская	Сальск	...	Куберле	Андредмитриевка	Зерноград	Глубокая	Дондуковская	Титаровка	Гречишкино	Гулькевичи
Азов	0,125	0,034	0,217	0,085	0,248	0,143	...	0,067	0,046	0,486	0,088	0,029	0,057	0,046	0,049
Ейск	0,16	0,013	0,0437	0,025	0,421	0,035	...	0,021	0,017	0,053	0,024	0,011	0,061	0,021	0,015
Кавказ	0,04	0,01	0,0097	0,007	0,022	0,013	...	0,009	0,015	0,009	0,006	0,01	0,034	0,019	0,014
Новороссийск	0,419	0,084	0,059	0,042	0,173	0,092	...	0,06	0,115	0,057	0,038	0,072	0,433	0,181	0,119
Ростов (Заречная)	0,103	0,025	0,191	0,067	0,22	0,118	...	0,052	0,035	0,556	0,07	0,021	0,044	0,035	0,038
Таганрог	0,063	0,021	0,098	0,047	0,108	0,07	...	0,038	0,027	0,149	0,046	0,017	0,031	0,026	0,027
Тамань	0,121	0,03	0,023	0,017	0,06	0,032	...	0,022	0,039	0,021	0,015	0,025	0,1	0,052	0,037
Темрюк	0,091	0,02	0,016	0,011	0,042	0,022	...	0,015	0,027	0,015	0,01	0,017	0,077	0,038	0,026
Туапсе	0,014	0,177	0,009	0,007	0,01	0,017	...	0,012	0,089	0,008	0,006	0,104	0,014	0,025	0,031
Усть-Донецк	0,019	0,008	0,216	0,062	0,029	0,021	...	0,013	0,01	0,031	0,069	0,006	0,01	0,009	0,009
Махачкала	0,001	0,002	0,001	0,007	0,001	0,001	...	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

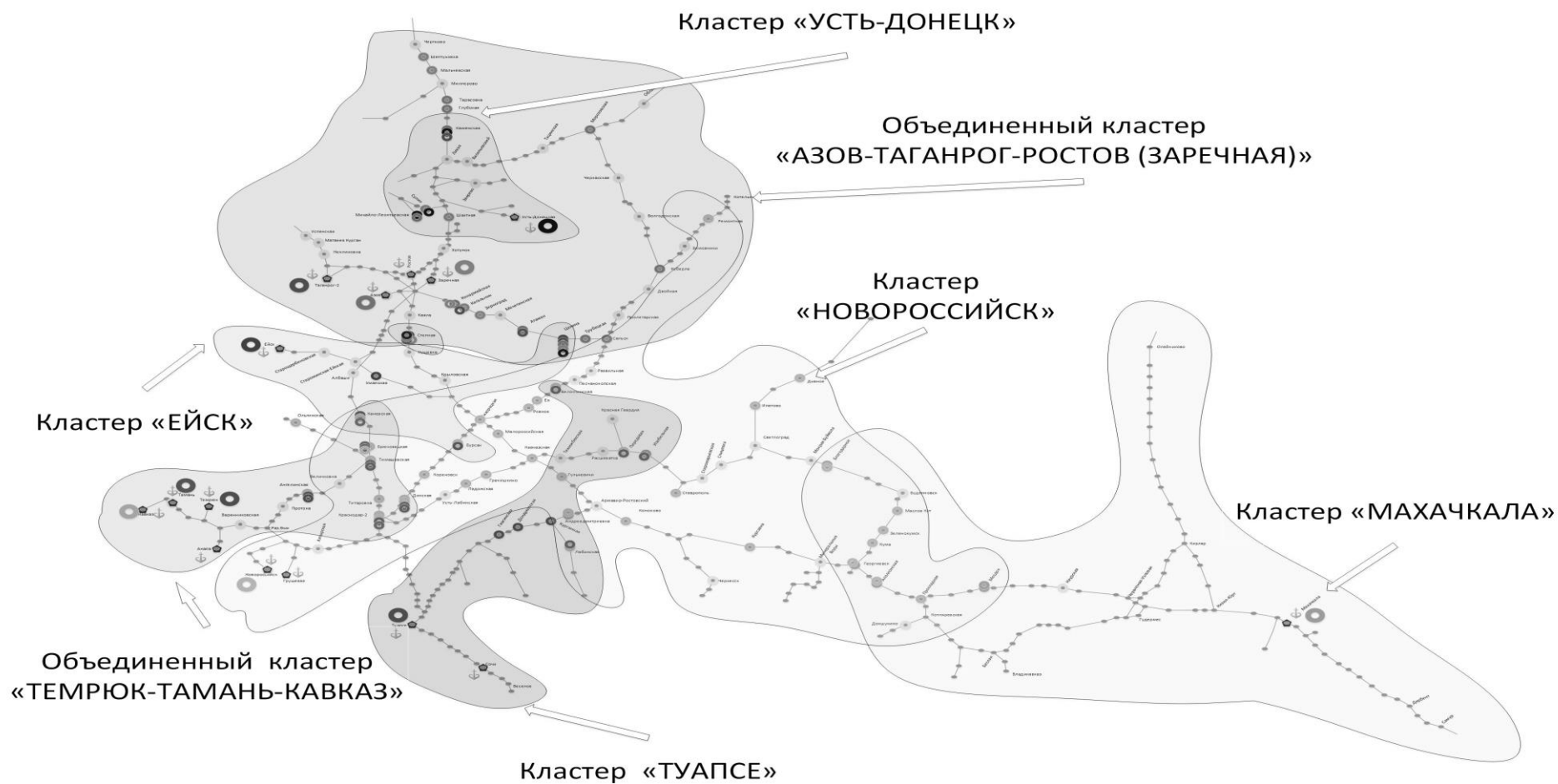


Рисунок 3.18 – Пример кластеризации портов по емкости и производительности транспортно-складской инфраструктуры на полигоне СКЖД

3.4 Оценка экономической эффективности распределения мультимодальных грузопотоков насыпных грузов на принципах мультиагентности

Фактический рост погрузки в 2019 г. по сравнению с показателями 2018 г. на сети ОАО «РЖД» составил 6,5 %. Из-за неприёма портами задержано в продвижении более 400 поездов с различными грузами. В Новороссийском морском торговом порту выгружается всего 46 вагонов угля в сутки при перерабатывающих способностях 120 вагонов, цветных металлов – 23 вагона в сутки, или 46 % от договорной нормы. В результате на станциях Северо-Кавказской железной дороге в ожидании выгрузки может находиться более 43 тыс вагонов (факт отставления от движения до 194 поездов). Приведенная статистика говорит о возможностях портов по увеличению перевалки грузов при организации более качественного подбора вагонов с экспортными грузами на станциях погрузки и переработки.

В результате проведенных исследований в отношении оптимизации распределения грузопотоков насыпных грузов в транспортно-технологической системе южного региона проведена оценка экономической эффективности полученных вариантов с применением интегрального критерия, учитывающего экономические и натуральные показатели (оценка натуральных показателей произведена с помощью метода экспертных оценок).

Системный менеджмент качества транспортного обслуживания выделяет два метода оценки:

1. Метод натуральной оценки качества, когда несколько показателей увязываются с помощью удельных весов в общий комплексный относительный показатель качества.
2. Метод стоимостной оценки качества, который предполагает анализ соотношения натурального уровня качества транспортного обслуживания и затрат и результатов, связанных с его достижением.

Качество влияет на конкурентоспособность и эффективность производства, таким образом, это не только техническая, но и экономическая категория.

При оценке транспортных процессов на основе общепринятой системы показателей работы транспорта возникает ряд противоречий, например: снижение порожнего пробега противоречит специализации подвижного состава, а соответственно снижает уровень сохранности; в результате повышения веса поезда повышается простой под накоплением; и т.п.

Таким образом, очевидно, что показатели качества эксплуатационной работы, не увязанные с интересами пользователей транспорта, нередко противоречат народнохозяйственным интересам, а интересы транспортных компаний отражают слишком односторонне, чтобы их совокупность можно было считать достаточным критерием качества транспортной продукции в рыночных условиях [129].

При разработке схем распределения грузопотоков на принципах мультиагентности необходима оценка пробегов вагонов, так как этот показатель отражает интересы различных участников перевозочного процесса. Чем ниже этот показатель, тем более эффективно эксплуатируется вагонный парк в груженом состоянии, путевая инфраструктура, а также этот показатель имеет прямую связь с выполнением сроков доставки при условии выполнения нормативных сопутствующих качественных показателей, например, технической/маршрутной скорости.

Расчет затрат, связанных с пробегом поездов выполняется по формуле:

$$Y_{NL} = m e_{nt} + \frac{m}{v_{уч}} e_{nt} + e_{ML} + \frac{1}{v_{уч}} e_{Mt} + \frac{1+\psi}{v_{уч}} e_{MB} + \frac{1+\phi}{v_{уч}} e_{NB} + (Q + P_L) e_{TKM} + \frac{B(\text{э})Q}{10^4} e_{B(\text{э})}, \quad (3.3)$$

где m - средний состав поезда, ваг;

$v_{уч}$ - участковая скорость, км/ч;

ψ - коэффициент, учитывающий дополнительную работу локомотивной бригады (0.3-0.4);

ϕ - коэффициент, учитывающий дополнительное время работы поездной бригады (0.2-0.3);

Q - масса поезда брутто, т;

$P_{л}$ - масса локомотива, т;

$v(\varepsilon)$ - удельный расход топлива или электроэнергии на 10000 тонно-километр брутто;

e_i - расходные ставки на единицу калькуляционного измерителя.

Для примера расчета экономической оценки выбран результат двухкритериальной оптимизации (15, 16 (неоптимальные) и 23 (оптимальная) итерации), представленный в п.3.2 (таблица 3.8 - вариант 3). В таблице 3.24 представлены результаты расчета пробегов маршрутных поездов в двух допустимых и оптимальном планах распределения. Отметим, что итерации 15 и 16 выбраны не случайно, в этих двух вариантах одинаковая τ_4 – которая отражает стоимость реализации плана перевозок и различные τ_1 – общее время реализации.

Таблица 3.24

Оценка пробегов маршрутных поездов при двухкритериальной оптимизации

	Итерация 15	Итерация 16	Итерация 23	Δ Между 15 и 23	Δ %
$\sum n_{гр} l_{гр}$, ваг км	327350	327350	316050	11300	3,45
τ_1 , сут	2,28	2,11	2,11	0,17	7,46
τ_4 , млн руб	33,001	33,001	31,893	1,108	3,36

Таким образом, экономия между допустимым (15 итерация) и оптимальным планом (23 итерация), найденным с помощью системы аналитических вычислений, составила 3,36% что составляет 1,108 млн руб, при различных временных параметрах реализации планов (2,28 и 2,11 сут соответственно). Обратим внимание, что экономия между допустимым (итерация 16) и оптимальным (23 итерация) планами, при условии

одинакового общего времени (2,11 сут), также составляет 1,108 млн руб, что говорит о возможностях перевозчика в предоставлении различных скидок (имея экономическое обоснование) при соблюдении сроков доставки грузов.

Исходя из условий формализации результатов распределения грузопотоков в ТТС на принципах мультиагентности, далее применим метод экспертных оценок.

Возрастающая сложность управления перевозочным процессом требует тщательного анализа целей и задач деятельности, путей и средств их достижения, оценки влияния различных факторов на повышение эффективности и качества работы. Экспертные оценки являются сформировавшимся научным методом анализа сложных не формализуемых проблем. Сущность метода экспертных оценок заключается в качественном анализе проблемы или полученного результата с количественной оценкой мнений и обработкой их результатов. В работе экспертных комиссий, высокая доля качественной (неколичественной) информации. Это требует использования соответствующих экспертных методов. Очень важна квалифицированная экспертиза при определении факторов, оказывающих существенное влияние на развитие анализируемой ситуации при прогнозировании вероятных возможностей развития процессов как без учета управляющих воздействий так и с их учетом.

Вопросы комплексной оценки качества грузовых перевозок отражены в работе [129] Ю.И. Соколова. Согласно [129], комплексная оценка качества производится по следующим показателям: скорость или срок доставки, сохранность груза, полнота или удовлетворенность спроса, регулярность/ритмичность, комплексность, транспортная обеспеченность территории, транспортная доступность, безопасность, экологичность.

Ответственность за обеспечение указанных показателей качества перевозочного процесса, согласно ГК РФ и Устава железнодорожного транспорта лежит на конкретных участниках транспортировки, исходя из их состава и условий реализации перевозочного процесса.

В качестве исследуемых в данной работе натуральных показателей качества реализации планов транспортировки предлагаем использовать часть показателей [129], которые, по нашему мнению, отражают качество распределения грузопотоков, а также включенные автором на основании последних тенденций в технологиях организации перевозочного процесса – прозрачность, клиентоориентированность, уровень цифровизации. Таким образом для экспертов сформирован следующий список натуральных показателей: скорость или срок доставки, полнота или удовлетворенность спроса, регулярность/ритмичность, комплексность, экологичность, прозрачность принятия решений, клиентоориентированность, реализуемая с учетом отсутствия дискриминации в организации процесса перевозок, уровень цифровизации.

Таблица 3.25

Сферы влияния различных участников на качество транспортных процессов

№ п/п	Наименование показателя	Перевозчик	Владелец инфраструктуры	Владелец подвижного состава
1	Скорость или срок доставки	+	+	-
2	Полнота или удовлетворение спроса	+	+	+
3	Регулярность/ритмичность	+	+	+
4	Комплексность	+	+	-
5	Экологичность	+	+	+
6	Прозрачность принятия решений	+	-	-
7	Клиентоориентированность	+	-	+
8	Уровень цифровизации	+	-	-

Согласно таблице 3.25 рассчитаем доли обеспечения качества перевозочного процесса каждым участником:

$$\text{Если } \sum K = 8 = 100\%, \text{ то } p_{\text{уч}} = \frac{\sum K_{\text{отв}}}{\sum K} \cdot 100\%$$

где $\sum K$ – общее число показателей качества;

$\sum K_{\text{отв}}$ – число показателей качества, за выполнение которых несет ответственность определенный участник транспортировки.

Итак, доли ответственности в обеспечении качества планов распределения грузопотоков исходя из таблицы 3.25 и, с учетом предлагаемой системы показателей для оценки, распределяются следующим образом:

- перевозчик – 100 %;
- владелец инфраструктуры – 62,5 %;
- владелец подвижного состава – 50 %.

Применение метода экспертных оценок предполагает участие в экспертной группе определенного расчетом минимального количества экспертов, которое рассчитаем по формуле [96]:

$$m_{min} = 2,5 + \frac{1,5}{\varepsilon}, \quad (3.4)$$

где ε - допустимая ошибка результатов экспертизы.

Таким образом, исходя из допустимых 6 % ошибки результатов экспертизы:

$$m_{min} = 2,5 + \frac{1,5}{0,06} = 27,5 \approx 28 \text{ экспертов.}$$

Для количественной оценки согласованности мнений экспертов воспользуемся величиной коэффициента конкордации по Кендаллу [43,145], который рассчитаем по формуле:

$$W = \frac{12S}{m^2(k^3 - k)}, \quad (3.5)$$

где S – суммы квадратов отклонений;

k – число факторов;

m – число экспертов.

Суммы квадратов отклонений определим по формуле:

$$S = \sum_{i=1}^k (\sum_{j=1}^m r_{ij} - \bar{r})^2, \quad (3.6)$$

где r_{ij} – ранг, присвоенный j -м экспертом i -му фактору;

\bar{r} – средняя величина суммы рангов.

В таблице 3.26 представлены результаты анкетирования членов экспертной группы, каждый из которых является представителем компаний - участников перевозочного процесса. Также в таблице произведены промежуточные расчеты для вычисления коэффициента конкордации.

Таблица 3.26

Ранжирование факторов предпочтения схемы перевозки насыпных грузов

Фактор		Скорость или срок доставки	Полнота или удовлетворение спроса	Регулярность/ритмичность	Комплексность	Экологичность	Прозрачность принятия решений	Клиентоориентированность	Уровень цифровизации	Сумма значений рангов
		1	2	3	4	5	6	7	8	
Эксперты	1	2	3	1	6	8	4	5	7	36
	2	1	6	2	7	8	3	4	5	36
	3	3	4	2	5	8	6	1	7	36
	4	4	5	1	6	7	2	3	8	36
	5	1	3	2	8	6	4	5	7	36
	6	3	4	2	5	6	7	1	8	36
	7	2	5	1	7	8	3	4	6	36
	8	2	3	1	8	7	4	5	6	36
	9	3	2	1	8	7	4	6	5	36
	10	3	6	5	7	8	2	1	4	36
	11	1	2	3	5	8	7	6	4	36
	12	2	4	3	5	6	8	1	7	36
	13	2	5	3	8	6	7	1	4	36
	14	1	7	2	3	8	6	4	5	36
	15	3	2	1	8	4	6	5	7	36
	16	1	4	2	7	8	6	5	3	36
	17	2	4	1	8	7	3	6	5	36
	18	1	5	4	7	8	2	3	6	36
	19	2	4	1	8	7	3	5	6	36
	20	1	5	3	7	8	4	2	6	36
	21	2	6	1	8	7	3	4	5	36
	22	3	4	1	8	6	2	7	5	36
	23	1	6	5	8	7	4	2	3	36
	24	3	5	4	8	7	2	1	6	36
	25	3	4	2	8	7	1	5	6	36
	26	3	4	1	7	6	2	5	8	36
	27	3	2	1	8	4	7	5	6	36
	28	1	3	2	8	5	6	4	7	36
Сумма рангов		59	117	58	196	192	118	106	162	1008
Отклонения		-67	-9	-68	70	66	-8	-20	36	-
Квадраты		4489	81	4624	4900	4356	64	400	1296	20210

В результате получает коэффициент конкордации по Кендаллу:

$$W = \frac{12 \cdot 20210}{28^2(8^3 - 8)} = 0,614.$$

Полученное значение коэффициента конкордации больше 0,5 [96], что указывает на высокую степень согласованности мнений экспертов.

Значимость коэффициента конкордации определим с помощью критерия согласования Пирсона:

$$\chi^2 = m(k - 1)W. \quad (3.7)$$

Таким образом, $\chi^2 = 28 \cdot (8 - 1) \cdot 0,614 = 120,298$.

Сравним полученное значение критерия согласования Пирсона с табличным $\chi^2_{\text{табл}} = 30,5$, для степеней свободы $n = k - 1 = 8 - 1 = 7$ и при уровне значимости $\alpha=0,05$ (максимальная вероятность неправильного результата работы экспертов). Так как полученное значение $\chi^2 = 120,298$ намного превышает табличное $\chi^2_{\text{табл}} = 30,5$, то, согласно [96], мнения экспертов признаются окончательно согласованными и полученное значение коэффициента конкордации является статистически значимым.

Для оценки эффективности реализации различных планов распределения был использован интегральный критерий эффективности. Группой экспертов была выполнена оценка каждого из натуральных показателей. Коэффициент влияния для каждого i -го показателя k_B^i , установлен экспертным путем. Результаты оценки приведены в таблице 3.27.

Таблица 3.27

Результаты оценки и значения коэффициента влияния

№ п/п	Наименование показателя	Итерация 15	Итерация 16	Итерация 23	Коэффициент влияния, k_B^i , %
1	Стоимость реализации плана распределения, млн руб	33,001	33,001	31,893	10
2	Скорость или срок доставки, балл	80	90	90	20
3	Полнота удовлетворение спроса, балл	80	90	80	10
4	Регулярность/ритмичность, балл	80	80	90	20
5	Комплексность, балл	60	60	80	5
6	Экологичность, балл	70	70	80	5
7	Прозрачность принятия решений, балл	60	70	90	10
8	Клиентоориентированность, балл	70	60	80	15
9	Уровень цифровизации, балл	70	80	90	5
Итого					100

Натуральные показатели схем доставки грузов сложны в оценке, поэтому использован интегральный критерий эффективности, который определяется по формуле:

$$E_j = \sum_{i=1}^k M_{nij}, \% \quad (3.8)$$

где M_{nij} – доля влияния i -го показателя на эффективность j -го плана распределения на интегральный критерий эффективности, которая определяется по формуле:

$$M_{nij} = k_{\text{В}}^i P_{kij}, \% \quad (3.9)$$

где P_{kij} – степень соответствия фактического i -го показателя оптимальной величине.

Степень несоответствия i -ого показателя оптимальному значению:

$$P_{nij} = \frac{\Delta F_{ij}}{F_{\text{опт}}}, \text{ доля ед.}, \quad (3.10)$$

где $F_{\text{опт}}$ – оптимальная величина для каждого i -го показателя, ΔF_{ij} – величина отклонения фактических значений каждого i -ого показателя j -го плана распределения от наилучших его из числа имеющегося набора значений:

$$\Delta F_{ij} = F_{\text{опт}} - F_{\phi ij}, \text{ балл или млн руб.}, \quad (3.11)$$

где $F_{\phi ij}$ – фактическое значение для каждого i -го показателя. Тогда степень соответствия фактического i -го показателя оптимальной величине:

$$P_{kij} = 1 - \frac{\Delta F_{ij}}{F_{\text{опт}}}, \text{ доля ед.} \quad (3.12)$$

Результаты расчета интегрального показателя для различных планов распределения (итерации 15, 16, 23) представлены в таблицах 3.28-3.30.

План распределения – Итерация 15

Наименование показателя	Параметры расчета интегрального критерия эффективности					
	$F_{\text{опт}}$, балл или млн руб.	$F_{\text{фij}}$, балл или млн руб.	ΔF_{ij} , балл или млн руб.	P_{hij} , доля ед.	P_{kij} , доля ед.	M_{nij} , %
Стоимость реализации плана распределения	31,893	33,001	1,108	0,035	0,965	9,653
Скорость или срок доставки	90	80	10	0,111	0,889	17,778
Полнота или удовлетворение спроса	90	80	10	0,111	0,889	8,889
Регулярность/ритмичность	90	80	10	0,111	0,889	17,778
Комплексность	80	60	20	0,25	0,75	3,75
Экологичность	80	70	10	0,125	0,875	4,375
Прозрачность принятия решений	90	60	30	0,333	0,667	6,667
Клиентоориентированность	80	70	10	0,125	0,875	13,125
Уровень цифровизации	90	70	20	0,222	0,778	3,889
Интегральный критерий эффективности, E_j						85,904

Таблица 3.29

План распределения – Итерация 16

Наименование показателя	Параметры расчета интегрального критерия эффективности					
	$F_{\text{опт}}$, балл или млн руб.	$F_{\text{фij}}$, балл или млн руб.	ΔF_{ij} , балл или млн руб.	P_{hij} , доля ед.	P_{kij} , доля ед.	M_{nij} , %
Стоимость реализации плана распределения	31,893	33,001	1,108	0,035	0,965	9,653
Скорость или срок доставки	90	90	0	0	1	20
Полнота или удовлетворение спроса	90	90	0	0	1	10
Регулярность/ритмичность	90	80	10	0,111	0,889	17,778
Комплексность	80	60	20	0,25	0,75	3,75
Экологичность	80	70	10	0,125	0,875	4,375
Прозрачность принятия решений	90	70	20	0,222	0,778	7,778
Клиентоориентированность	80	60	20	0,25	0,75	11,25
Уровень цифровизации	90	80	10	0,111	0,889	4,444
Интегральный критерий эффективности, E_j						89,028

План распределения – Итерация 23

Наименование показателя	Параметры расчета интегрального критерия эффективности						
	$F_{\text{опт}}$, балл или млн руб.	$F_{\text{фij}}$, балл или млн руб.	ΔF_{ij} , балл или млн руб.	P_{hij} , доля ед.	P_{kij} , доля ед.	M_{nij} , %	
Стоимость реализации плана распределения	31,893	31,893	0	0	1	10	
Скорость или срок доставки	90	90	0	0	1	20	
Полнота или удовлетворение спроса	90	80	10	0,111	0,889	8,889	
Регулярность/ритмичность	90	90	0	0	1	20	
Комплексность	80	80	0	0	1	5	
Экологичность	80	80	0	0	1	5	
Прозрачность принятия решений	90	90	0	0	1	10	
Клиентоориентированность	80	80	0	0	1	15	
Уровень цифровизации	90	90	0	0	1	5	
Интегральный критерий эффективности, E_j							98,889

Определены показатели эффективности для различных (полученных в результате расчета оптимального и неоптимальных) вариантов планов распределения, которые представлены в таблице 3.31.

Таблица 3.31

Сводная ведомость результатов распределения грузопотоков на принципах кластеризации производственно-транспортно-складских объектов в условиях мультиагентности

	Итерация 15	Итерация 16	Итерация 23	Δ Между 15 и 23	Δ %
$\sum n_{\text{гр}} l_{\text{гр}}$, ваг км	327350	327350	316050	11300	3,45
τ_1 , сут	2,28	2,11	2,11	0,17	7,46
τ_4 , млн руб	33,001	33,001	31,893	1,108	3,36
E_j , %	85,904	89,028	98,889	12,985	13,13

Для сравниваемых вариантов распределения определено, что наиболее рациональным с точки зрения удовлетворения интересов участвующих в перевозке субъектов, является план распределения, представленный Итерацией 23 (оптимальный план, полученный в среде аналитических вычислений). Реализация полученного варианта оптимального плана распределения обеспечивает наилучшее использование подвижного состава за счет оптимизации величины пробегов тягового и нетягового подвижного состава, обеспечивает, если это необходимо, сокращение сроков доставки, если в этом нет необходимости, то обеспечивает запас времени для обеспечения выполнения расчетных сроков доставки и ритмичности перевозок, позволяет оптимизировать финансовые расходы клиента с учетом возможностей кластеризации производственно-транспортно-складских объектов, а также выполнить на соответствующем уровне показатели качества перевозочного процесса, в том числе связанные с современными направлениями повышения качества транспортного обслуживания.

Выводы по третьей главе

На основе полученных в ходе исследования данных о необходимых процедурах в целях оптимизации распределения грузопотоков на полигоне СКЖД, разработана блок-схема алгоритма формирования плана распределения (маршрутизации) насыпных грузов по параметрам кластеризации с учетом принципа мультиагентности.

Произведена апробация результатов теоретических разработок в части кластеризации различных объектов производственно-транспортно-складской инфраструктуры на примере припортовой транспортно-технологической системы юга России. В результате которой получено разграничений территорий погрузочных кластеров, кластеров порта и портовых кластеров.

Приведены варианты оптимизации перевозки насыпных грузов по временным и стоимостным критериям в различных сочетаниях. Разработан интерфейс программного обеспечения процесса планирования перевозки, с возможностью сравнения вариантов маршрутизации. Учитывая «свободу договора» право на которую отражено в Гражданском кодексе РФ, разработаны возможные критерии оценки перевозочного процесса, а также варианты их сочетаний.

Произведена оценка эффективности реализации вариантов планов маршрутизации, полученных в процессе оптимизации перевозочного процесса. Определено, что разработанная процедура оптимизации перевозок насыпных грузов, для планов, участвующих в апробации результатов, позволяет сократить расходы клиента на транспортировку насыпного груза на 3,36 %, что составило 1,108 млн руб., сократить пробеги подвижного состава (принадлежащего, как правило, компаниям-операторам) на 11300 км – 3,45 %, создать резерв времени 0,17 суток (4,08 ч) – 7,46 % для обеспечения ритмичности перевозочного процесса, что особенно актуально в припортовой транспортно-технологической системе, при этом интегральный показатель качества организации распределения грузопотоков улучшился на 13 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты исследований работы позволяют сделать следующие выводы:

1. Выполнен анализ современного состояния отечественного и зарубежного научного опыта в области организации и управления транспортными процессами насыпных грузов. Выполнен анализ технологических параметров взаимодействия региональных субъектов транспортного рынка при экспортных перевозках насыпных грузов с участием видов транспорта. Установлена необходимость развития методов распределения региональных грузопотоков на принципах мультиагентности и клиентоориентированности.

2. Предложено развитие методов выбора форм концентрации региональных транспортно-складских систем при организации железнодорожных перевозок по уточненным факторам: емкости, производительности и динамики грузовой массы. Разработана методика кластеризации элементов региональной ТТС (погрузочный кластер – кластер порта – портовый кластер) по авторскому алгоритму, которая позволяет оценить возможности повышения уровня маршрутизации массовых насыпных грузов в регионе. Разработаны схемы выбора альтернатив железнодорожных погрузочных станций в кластере при реализации технической маршрутизации перевозок насыпных грузов.

3. Разработана экономико-математическая модель выбора рациональной организации грузопотоков насыпных грузов в адрес портов на основе сформированной системы временных и экономических критериев оценки перевозочного процесса в мультиагентной ТТС с учетом кластеризации производственно-транспортно-складских объектов и загрузки портовой инфраструктуры.

4. Разработан алгоритм и программный комплекс формирования плана распределения (маршрутизации) насыпных грузов на принципах

клиентоориентированности. В результате апробации методики получены области эффективного взаимодействия погрузочных кластеров, кластеров порта, портовых кластеров.

5. Выполнена оценка эффективности реализации рациональных планов маршрутизации перевозок насыпных грузов на полигоне Северо-Кавказской железной дороги, которая позволяет сократить расходы клиента на транспортировку на 3,36 % (1,108 млн руб.), сократить пробеги подвижного состава на 11300 км (3,45 %), создать резерв времени 0,17 суток (7,46 %) для обеспечения ритмичности перевозочного процесса в припортовой транспортно-технологической системе. Интегральный показатель качества организации распределения региональных грузопотоков улучшен на 13 %.

Рекомендации и перспективы дальнейших исследований по теме:

Выполненные в диссертационной работе теоретические и методологические исследования могут служить научной основой для изучения направлений развития региональных ТТС перевозок насыпных грузов, конкурентных выгод предприятий транспорта. Их реализация в транспортном процессе обеспечит повышение эффективности систем транспортировки железнодорожного, автомобильного и водного транспорта за счет применения экономико-математической модели и развития системы параметризации, адекватной оценки уровней взаимодействия видов транспорта на основе интегрального показателя качества организации распределения региональных грузопотоков.

Список сокращений и условных обозначений, принятых в диссертации

АПК – агропромышленный комплекс;

АСУ МР – Автоматизированная система управления местной работой;

АЧБ – Азово-Черноморский бассейн;

ВРП – валовый региональный продукт;

Д – Дирекция управления движением – Структурное подразделение Центральной дирекции управления движением – филиала ОАО «РЖД»;

ДИЛС – Дорожная информационно-логистическая система;

ДЛЦ – Дорожный логистический центр;

ДЦУП – Дорожный центр управления перевозками;

ЕС – Европейский Союз;

Минтранс России – Министерство транспорта РФ;

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

ПС – подвижной состав;

РФ – Российская Федерация

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

СК ТЦФТО – Северо-Кавказский территориальный центр фирменного транспортного обслуживания;

СКЭР – Северо-Кавказский экономический район;

СССР – Союз Советских Социалистических Республик;

США – Соединенные Штаты Америки;

ТТС – транспортно-технологическая система;

ЦД – Центральная дирекция управления движением – филиал ОАО «РЖД»;

ЮФО – Южный федеральный округ;

SWOT-анализ – анализ сильных и слабых сторон объекта исследования, его возможностей и угроз развития;

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авен, О.И. Оптимизация транспортных потоков / О.И. Авен, С.Е. Ловецкий, Г.Е. Моисеенко. – М.: Наука, 1985. – 166с.
2. Акулиничев, В.М. Математические методы в эксплуатации железных дорог: учеб. пособие для вузов ж.-д. трансп. / В.М. Акулиничев, В.А. Кудрявцев, А.П. Корешков. – М.: Транспорт, 1981. – 223 с.
3. Алибеков, Б.И. Математическое моделирование размещения объектов транспортной системы и оптимизация грузовых потоков : автореф. дис. на соиск. учен. степ. д-ра техн. наук : 05.13.18 / Алибеков Байрамбек Исаевич – Махачкала: ДГТУ, 2013. – 33с.
4. Алклычев, А.М. Трансазиатские транспортные коридоры и развитие транспортной системы России / А.М. Алклычев, К.Х. Зоидов, А.А. Медков, З.К. Зоидов // Региональные проблемы преобразования экономики. – 2010. – № 3(25). – С. 55–63.
5. Багинова, В.В. Методика оценки организационной структуры оперативного управления вагонопотоками на путях необщего пользования / В.В. Багинова, А.Н. Рахмангулов, П.Н. Мишкурин // Транспорт: наука, техника, управление. – 2012. – № 2. – С. 19–22.
6. Багинова, В.В. Теоретико-концептуальные основы организации региональной транспортной системы (на примере республики Бурятия) : автореф. дис. соиск. учен. степ. д-ра техн. наук: 05.22.01 / Багинова Вера Владимировна. – М : МИИТ, 2004. – 48 с.
7. Багинова, В.В., Гармонизация интересов как методологическая основа логистики / В. В. Багинова, Л. С. Фёдоров, С. Б. Лёвин // Научный вестник МГТУ ГА. – 2015. – № 216 (6). – С. 147–150.
8. Баженов, Ю.М. Международный транспортный коридор "Север-Юг" – фактор интеграции евразийского пространства / Ю.М. Баженов // Вестник транспорта. – 2012. – № 11. – С. 2–4.

9. Балалаев, А.С. Взаимодействие железнодорожного и морского транспорта на основе региональных логистических центров / А.С. Балалаев // Вестник транспорта. – 2004. – № 10. – С. 24–28.
10. Балалаев, А.С. Методология транспортно-логистического взаимодействия при мультимодальных перевозках : автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.22.01 / Балалаев Александр Сергеевич. – Хабаровск, 2010. – 48 с.
11. Баленко, В.В. Разработка методики определения этапности освоения растущего объема перевозок грузов / В.В. Баленко, Т.Н. Каликина // Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке. – 2018. – Т.1. – С. 73–79.
12. Батурин, А.П. Теория выбора оптимального развития технического оснащения сети железных дорог : дис. ... д-ра техн. наук: 05.22.08 / Батурин Александр Павлович. – М.: МИИТ, 2000. – 336 с.
13. Баушев, А.Н. Математическая модель многофазных железнодорожных грузоперевозок / А.Н. Баушев, А.Т. Осьминин, Л.А. Осьминин // Математическое моделирование. – 2013. – Т. 25, № 10. – С. 108–122.
14. Бауэрсокс, Д.Д. Логистика: интегрированная цепь поставок / Д.Д. Бауэрсокс, Д.Д. Клосс. – М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2001. – 640 с.
15. Беккер, Р.В. Мультимодальные перевозки и экономическая целесообразность их использования / Р.В. Беккер // Web of Scholar. – 2016. – № 3(3). – С. 25–26.
16. Беккулов, Р.Н. Развитие транспортной системы в воспроизводстве экономики России / Р.Н. Беккулов, Л.А. Соболева // Логистические системы в глобальной экономике. – 2015. – № 5. – С. 112–114.
17. Бекларян, Л.А. Динамическая модель организации грузоперевозок центров / Л.А. Бекларян, Н.К. Хачатрян // Машинное обучение и анализ данных. – 2015. – Т.1 – № 13. – С. 1815–1816.
18. Прокофьева В.А. Управление работой морского флота / В.А. Прокофьева, Т.А. Вепринская. – Спб. : ГМА им. адм. С.О. Макарова, 2005. – 116 с.

19. Бородин, А.Ф. Комплексная система организации эксплуатационной работы железнодорожных направлений : автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.22.08 / Бородин Андрей Федорович; ВНИИ железнодорожного транспорта. – М., 2000. – 50 с.
20. Бородин, А.Ф. Управление вагонопотоками в современных условиях / А.Ф. Бородин // Железнодорожный транспорт. – 1996. – № 5. – С. 10–15
21. Брагина, А.Н. Мультимодальные перевозки - инструмент повышения конкурентоспособности предприятий / А.Н. Брагина, А.М. Индиева // Инновационный транспорт-2016: специализация железных дорог: Материалы Междунар. научно-технич. конф., посвященной 60-летию основания УрГУПС. – Екатеринбург: УрГУПС, 2017. – С. 806–811.
22. Бутакова, Н.А. Мультимодализм: предпосылки возникновения и проблемы современности / Н.А. Бутакова // Научные труды СЗИУ РАНХиГС. – 2014. – Т. 5. – № 4(16). – С. 130–135.
23. Бутт, С.В. Роль транспортной системы в развитии туристско-рекреационного комплекса Юга России / С.В. Бутт, Л.М. Кудинова, Е.В. Мысливка, В.П. Рябошапко // Известия Дагестанского педагогического университета. Естественные и точные науки. – 2011. – № 2(15). – С. 93–96.
24. Вентцель, Е.С. Теория вероятностей: учебник. – 12-е изд. / Е.С. Вентцель. – М.: ЮСТИЦИЯ, 2018. – 658с.
25. Винокуров, К.В. Элеваторы. Склады. Зерносушилки. Учебное пособие / К.В. Винокуров, С.Н. Никоноров. – Саратов: Саратовский государственный технический университет, 2008. – 88с.
26. Вульф, А.Б. История железных дорог Российской империи / А.Б. Вульф. – М.: РИПОЛ классик, 2016. – 744 с.
27. Гайнанов, Д.Н. Моделирование грузовых железнодорожных перевозок методами теории графов и комбинаторной оптимизации / Д.Н. Гайнанов, А.В. Коньгин, В.А. Рассказова // Автоматика и телемеханика. – 2016. – № 11. – С. 60–79.

28. Галабурда, В.Г. Совершенствование технологии перевозок и увеличение пропускной способности железных дорог / В.Г. Галабурда. – М.: МИИТ, 1983. – 124с.
29. Галабурда, В.Г. Оптимальное планирование грузоперевозок / В.Г. Галабурда. – М.: Транспорт, 1985. – 256с.
30. Галабурда, В. Г. Внетранспортный эффект работы железных дорог / А. П. Абрамов, В. Г. Галабурда // Железнодорожный транспорт. – 2002. – № 3. – С. 58–62.
31. Григорьева, Л.А. Развитие транспортной системы как стратегически значимой сферы экономики / Л.А. Григорьева // Современные проблемы управления и регулирования: теория, методология, практика: Сб. ст. II Междунар. научно-практ. конф. – Пенза: «Наука и Просвещение», 2017. – С. 213–217.
32. Даутхаджиева. М.Х. Кластеризация экономики как фактор повышения уровня регионального развития использования / М.Х. Даутхаджиева // Terra Economicus. – 2010.– Т.8. – № 4–3. – С. 185–187.
33. Долгорук, Д.С. Формирование системы прогнозирования подвода грузов к портам / Д.С., Долгорук, Т.Н. Каликина // Вестник транспорта Поволжья. – 2012. – № 2(32). – С. 39–43.
34. Доставка грузов (для отправления морем) в морские порты России в 2017 г. различными видами транспорта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.morport.com> (дата обращения 15.12.2019).
35. Дрю, Д. Теория транспортных потоков и управление ими / Д. Дрю. – М.: Транспорт, 1972. - 424с.
36. Дэльз, С.В. Развитие транспортно-логистической системы экспортной перевалки зерна : дис. ... канд. техн. наук: 05.22.01 / Дэльз Сергей Валерьевич. – М., 2012. – 192 с.
37. Дыбская, В.В. Логистика / В.В. Дыбская, Е.И. Зайцев, В.И. Сергеев, А.Н. Стерлигова, под ред. В.И. Сергеева. – М. : Эксмо, 2013. – 944 с.

38. Елисеев, С.Ю. Управление грузопотоками на основе информационно-управляющих и аналитических технологий / С.Ю. Елисеев / Железнодорожный транспорт. – 2005. – № 3. – С. 17.
39. Елисеев, С.Ю. Построение и оптимизация функционирования международных транспортно-логистических систем : моногр. / С.Ю. Елисеев. – М. : ВИНТИ РАН, 2006. – 242 с.
40. Еркнапешян, А.Ж. Роль транспортной системы в экономическом развитии территории / А.Ж. Еркнапешян // ФЭС: Финансы. Экономика. – 2011. – № 5. – С. 57а–60.
41. Железнов, Д.В. Методология усиления провозной способности железных дорог России в условиях реформы отрасли : дис. ... д-ра техн. наук: 05.22.08 / Железнов Дмитрий Валерианович. – М. : МИИТ, 2014. – 324 с.
42. Желтиков, В.П. Экономическая география: учебное пособие / В.П. Желтиков. – Ростов-н/Д: Феникс, 2003. – 383 с.
43. Задорожний, В.М. Развитие методов распределения порожних вагонопотоков припортовой транспортно-технологической системы в конкурентных условиях дисс. ... канд.техн.наук: 05.22.01 / Задорожний Вячеслав Михайлович. – Ростов-на-Дону: ФГБОУ ВО РГУПС. – 2018г. – 229 с.
44. Зерновой путь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://viggorr.livejournal.com/8510.html> (дата обращения 12.08.2018).
45. Зубков, В.Н. Перспективные технологии перевозок сельскохозяйственных грузов в железнодорожно-морском сообщении /В.Н. Зубков, Э.А. Мамаев, О.Н. Числов, В.Н. Иванченко, Е.В. Рязанова, Е.А. Чеботарева // Научный журнал КубГАУ. – 2016. – № 124(10). – С. 275–297.
46. Зубков, В.Н. Перспективы развития транспортных связей регионов Юга России с привлечением перевалочных мощностей портов Крыма / В.Н.Зубков, Е.В. Рязанова // Вестник РГУПС. – 2016. – № 3 (63). – С. 70–80.

47. История железнодорожного транспорта России т.1 1836-1917 / под ред. Е.Я. Красковского, М.М. Уздина. – Спб, 1994. – 336 с.
48. Канторович, Л.В. Применение математических методов в вопросах анализа грузопотоков / Л.В. Канторович, М.К. Гавурин // Проблемы повышения эффективности работы транспорта: Сб.научн.статей. - М.: Изд-во АН СССР, 1949. – С.110-138.
49. Капорцев, Б.В. Влияние стратегии развития транспортной инфраструктуры на распределение грузопотоков / Б.В. Капорцев // Экономика железных дорог. – 2013. – № 2. – С. 71–77.
50. Карпенкова, Т.В. Роль железнодорожного строительства в модернизации России (1860-1914гг) / Т.В. Карпенкова // Вестник МИЭП. – 2014. – № 3. – С. 91–107.
51. Касперов, В.И. Очерк южной хлебной торговли в связи с вопросом об элеваторах. Спб., 1889. – 117с.
52. Каширцева, Т.И. Выбор рационального соотношения объемов работы и технического оснащения ПТС : дисс. на соиск. учен. степ. канд.технич. наук: 05.22.08 / М.: МГУПС, 2002. – 244с.
53. Китанина, Т.М. Хлебная торговля России в конце XIX – начале XX века. Стратегия выживания, модернизационные процессы, правительственная политика / Т.М. Китанина. – Санкт-Петербургский гос. Университет – Санкт-Петербург: «Дмитрий Буланин», 2011. – 608 с.
54. Козлов, П. А. Оптимизация взаимодействия поставщиков и потребителей при случайном разбросе в потреблении и времени доставки / П. А. Козлов, И. П. Владимирская // Вестник РГУПС. – 2009. – № 2. – С. 66–70.
55. Козлов, П. А. Теоретические основы, организационные формы и методы оптимизации гибкой технологии транспортного обслуживания заводов черной металлургии: дис. ... д-ра техн. наук: 05.22.12 / Козлов Петр Алексеевич. – Липецк, 1986. – 390 с.

56. Козлов, П. А. Организационные подходы и модели оптимизации работы транспорта в современных условиях / П. А. Козлов, О. В. Осокин, Н. А. Тушин // Мир транспорта. – 2011. – № 5. – С. 18–23.
57. Козлов, П. А. Совместное использование аналитических методов и имитационных моделей / П. А. Козлов, В. С. Колокольников, В. И. Сорокин // Транспорт Урала. – 2016. – № 3. – С. 3–8.
58. Козовский, И.Г. Рационализация перевозок грузов на железных дорогах / И.Г. Козовский. – М.: Транспорт, 1977. – 280с.
59. Колесников, В.И. Модернизация транспортной системы России и перспективы развития железнодорожного транспорта / В.И. Колесников, В.Д. Верескун, В.С. Воробьев // Вестник РГУПС. – 2008. – № 2. – С. 76–84.
60. Коршунов, Ю.М. Математические основы кибернетики: учебн. пособие для вузов / Ю.М. Коршунов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 496 с.
61. Котенко, А.Г. Вопросы повышения стабильности выполнения графика движения поездов / А.Г. Котенко, А.А. Грачев, А.В. Гоголева, Т.М. Шманев // Бюллетень результатов научных исследований. – 2018. – № 1. – С. 59–70.
62. Котиков, Ю.Г. Концепция мультипортовой мультимодальной полицентрической системы Ленинградского региона / Ю.Г. Котиков // РИЛТТРАНС-2017: Сборник трудов Второй международной научно-практической конференции. – СПб: ПГУПС, 2018. – С. 38–46.
63. Клепиков, В.В. Организация мультимодальных перевозок грузов на основе логистических методов: автореф. дис. ... канд.тех.наук: 05.22.01 / Клепиков Владимир Владимирович. – М., 2006. – 23 с.
64. Кравец, А.С. Проблемы и перспективы транспортировки насыпных грузов в адрес южных глубоководных и малых портов / А.С. Кравец // Транспорт-2013: Тр. Междунар. научно-практ. конф. – Ростов-н/Д: ФГБОУ ВО РГУПС, 2013. – С. 292–293.

65. Кравец, А.С. Направления совершенствования организации грузовых перевозок в современных условиях / А.С. Кравец // Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте: Сборник научных трудов по материалам международной научно-практ. конф. Том 1. Транспорт. – Одесса: Черноморье, 2010. – С. 50–53.
66. Кравец, А.С. Влияние транспортных коридоров на развитие региональных перевозок / А.С. Кравец, С.С. Малышев // Транспорт-2013: Тр. Междунар. научно-практ. конф. – Ростов-н/Д: ФГБОУ ВО РГУПС, 2013. – С. 22–23.
67. Кравец, А.С. Развитие логистики перевозки зерна в железнодорожно-морском сообщении. Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения / А.С. Кравец, Е.А. Чеботарева // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2017. – № 3(67). – С. 102–112.
68. Кравец, А.С. Развитие конкуренции на рынке транспортных услуг в сегменте перевозок зерновых грузов / А.С. Кравец, Н.М. Магомедова // Транспорт: наука, образование, производство: Тр. Междунар. научно-практ. конф. – Ростов-н/Д: ФГБОУ ВО РГУПС, 2017. – С.141–144.
69. Кравец, А.С. Анализ рисков, связанных с организацией движения грузовых поездов по расписанию с согласованным временем отправления и прибытия / А.С. Кравец // Транспорт-2015: Тр. Междунар. научно-практ. конф. – Ростов-н/Д: ФГБОУ ВО РГУПС, 2015. – С. 129–130.
70. Кравец, А.С. Информационная база принятия управленческих решений в ОАО «РЖД» / А.С. Кравец, Д.О. Черченко, К.Д. Дементьев // Транспорт-2015: Тр. Междунар. научно-практ. конф. – Ростов-н/Д: ФГБОУ ВО РГУПС, 2015. – С. 131–132.
71. Кравец, А.С. Перспективы развития конкурентной среды на транспорте / А.С. Кравец // Транспорт-2011: Тр. Всероссийск. научно-практ. конф. – Ростов-н/Д: ФГБОУ ВО РГУПС, 2011. – С. 255–256.
72. Кравец А.С. Анализ выполнения участковой скорости и пути ее повышения Кравец А.С., Зубков В.Н. В сборнике: Актуальные проблемы

- развития железнодорожного транспорта сборник научных трудов молодых ученых, аспирантов и докторантов : посвящен 80-летию РГУПС. Росжелдор, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" (РГУПС). Ростов-на-Дону, 2009. – С. 82-89.
73. Кравец А.С. Проблемы развития транспортной инфраструктуры и обновления технических средств обеспечения перевозочного процесса в южном регионе / А. С. Кравец // Актуальные проблемы развития транспортного комплекса: материалы IV Международной научно-практической конференции Самара: СамГУПС, 2008. – С. 13–16.
74. Кравец, А.С. Методы распределения грузопотоков насыпных грузов малых южнопортовых комплексов / А.С. Кравец // Транспорт-2014: Тр. Междунар. научно-практ. конф. – Ростов-н/Д: ФГБОУ ВО РГУПС, 2014. – С. 51–52.
75. Кравец, А.С. Анализ внешних факторов, влияющих на динамику поездопотоков / А.С. Кравец // Транспорт-2012: Тр. Всероссийск. научно-практ. конф. – Ростов-н/Д: ФГБОУ ВО РГУПС, 2012. – С. 280–281.
76. Кравец, А.С. Анализ перевозок зерновых грузов на Северо-Кавказской железной дороге / А.С. Кравец, И.В. Ручкин // Транспорт: наука, образование, производство: Тр. Междунар. научно-практ. конф. – Ростов-н/Д: ФГБОУ ВО РГУПС, 2016. – С. 153–155.
77. Кравец, А.С. Современное состояние перевозок насыпных грузов / А.С. Кравец, Н.М. Магомедова // Транспорт: наука, образование, производство: Тр. Междунар. научно-практ. конф. – Ростов-н/Д: ФГБОУ ВО РГУПС, 2016. – С. 40–42.
78. Кравец, А.С. Критерии выбора варианта перевозки при транспортировке товаров агропромышленного комплекса / А. С. Кравец // Наука и образование транспорту: материалы Международной научно-практической конференции. Самара: СамГУПС, 2009. – С. 28–29.

79. Кравец, А.С. Проблемы и перспективы транспортировки насыпных грузов в адрес южных глубоководных и малых портов / А.С. Кравец // Транспорт-2013: Тр. Междунар. научно-практ. конф. – Ростов-н/Д: ФГБОУ ВО РГУПС, 2013. – С. 292–293.
80. Кравец, А.С. Анализ возможных индикаторов оптимальности перевозки / А.С. Кравец // Перспективы развития и эффективность функционирования транспортного комплекса Юга России: Тр. Междунар. научно-практ. конф. – Ростов-н/Д: ФГБОУ ВО РГУПС, 2015. – С. 47–48.
81. Кравец, А. С. Транспортно-технологические системы зерновых грузов как факторы перспективного регионального развития / А. С. Кравец, О. Н. Числов // Транспорт и логистика: стратегические приоритеты, технологические платформы и решения в глобализованной цифровой экономике: Сборник научных трудов III международной научно-практ. конф. – Ростов-н/Д: ФГБОУ ВО РГУПС, 2019. –С. 461–465.
82. Краснощек, А.А. Мировые тенденции развития морских портов, припортовых железнодорожных узлов и подходов к ним / А.А. Краснощек, А.Ю. Панычев, П.К. Рыбин // РИЛТТРАНС-2017: Сборник трудов Второй международной научно-практической конференции. – СПб: ПГУПС, 2018. – С. 3–11.
83. Крейнис, З.Л. Очерки истории железных дорог. Кн3 Великий Российский путь из Санкт-Петербурга во Владивосток. – М.: ГОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2010. – 492с.
84. Куренков, П.В. Экономическая оценка потерь ОАО «РЖД» в результате «бросания» и неприёма поездов портами / П.В. Куренков, И.В. Серяпова // Бюллетень транспортной информации. – 2016. – № 4. – С. 16–21.
85. Куренков, П.В. Внешнеторговые перевозки в смешанном сообщении. Экономика. Логистика. Управление / П.В. Куренков, А.Ф. Котляренко. – Самара: СамГАПС, 2002. – 634 с.

86. Куренков, П.В. Управление доставкой внешнеторговых грузов в смешанном сообщении: дис. ... докт. экон. наук: 08.00.05 / Куренков Петр Владимирович. – Москва: ГДЕ, 1999. – 478 с.
87. Левиков, Г.А. Управление транспортно-логистическим бизнесом. Учеб. пособие. 3-е изд., испр. и доп. / Г.А. Левиков. – М.: ТрансЛит, 2007. – 224 с.
88. Левицкая, Л.П. Распределение грузов на транспорте на основе стратегического прогнозирования грузопотоков / Л.П. Левицкая, А.А. Замковой, М.М. Строков // Проблемы прогнозирования. – 2019. – № 1(172). – С. 74–81.
89. Леонов, А.А. Организация рационального распределения грузопотоков в железнодорожном транспортном узле : автореф. дис. ... канд. техн.наук: 05.02.22 / Леонов Андрей Александрович. – М., 2002. – 24 с.
90. Магомедова, Н.М. Обоснование социальной и стратегической значимости перевозок зерновых грузов: историческая ретроспектива / Н.М. Магомедова, А.С. Кравец // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. – 2018. – №4(40) – С. 69–76.
91. Макеев, В. А. Резервы повышения доходности железной дороги в современных условиях развития рынка производства и потребителя / В. А. Макеев, Э. А. Мамаев // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2004. – № 4(16). – С. 76–79.
92. Мамаев, Э.А. Моделирование региональных транспортных систем в условиях конкуренции: дис. ... д-ра техн. наук: 05.22.01 / Мамаев Энвер Агапашаевич. – М., 2006. – 348 с.
93. Мамаев, Э.А. Управление региональными транспортными системами в условиях изменений: проблемы и модели / Э.А. Мамаев. – Ростов-н/Д, 2005. – 195 с.
94. Мамаев, Э.А. Особенности транспортных систем и специфика их моделирования / Э.А. Мамаев // Системное моделирование социально-

- экономических процессов: Тезисы докл. и сообщ. XXV междунар. науч. шк.-семина. им. акад. С.Шаталина. – М.: ЦЭМИ РАН, 2002. – С. 28–29.
95. Митько, О.А. Логистические технологии перевозки и экспорта российского зерна: тенденции и перспективы / О.А. Митько // Вестник РГЭУ (РИНХ). – 2015. – № 4(52). – С. 33–40.
96. Мишин, В. М. Управление качеством : учеб. для вузов // В. М. Мишин. – 2-е изд. перераб. и доп. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2005. – 463 с.
97. Мошкина, А.А. Развитие перевозок массовых грузов на экспорт в Южном регионе (на примере зерновых грузов) / А.А. Мошкина // Труды РГУПС. – 2014. – № 2. – С. 81–84.
98. Москвичев, О. В. Методологические основы размещения транспортных объектов на основе методов кластерного анализа // Вестник транспорта Поволжья. – 2017, № 2. – С. 74–81.
99. Москвичев, О.В. Терминальная инфраструктура и контейнерные поезда: кластеризация объектов / О.В. Москвичев // Мир транспорта. – 2017. – Т. 15. – № 5 (72). – С. 158–173.
100. Москвичев, О.В. Клиентоориентированная контейнерная транспортная система, монография / О.В. Москвичев. М.: РАН, ВИНТИ РАН, 2018. – 185 с.
101. Мулен, Э. Кооперативное принятие решений: Аксиомы и модели: Пер. с англ. – М.: Мир, 1991. – 464 с.
102. Нестерова, Н.С. Мультимодальная транспортная сеть как элемент единой транспортной системы страны и ее регионов / Н.С. Нестерова, С.М. Гончарук // Вестник транспорта Поволжья. – 2016. – № 1(55). – С.66–73.
103. Общий очерк экономических и торгово-промышленных условий района Владикавказской железной дороги, Санкт-Петербург 1892 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vivaldi.dspl.ru/bv0000543/view#page=2> (дата обращения 12.08.2018).
104. Образцов, В.Н. К вопросу комплексной теории транспорта // Известия СССР. Отделение технических наук. – М.: Наука, 1945. – С.10-11.

105. Овчаров, Л.А. Прикладные задачи теории массового обслуживания / Л.А. Овчаров. – М.: Машиностроение, 1969г. – 324 с.
106. Осьминин, А. Т. Оценка эффективности маршрутизации с мест погрузки / А. Т. Осьминин, В. М. Грошев, О. А. Никифорова // Железнодорожный транспорт. – 2008. – № 1. – С. 62–65.
107. Осьминин, А.Т. Организация вагонопотоков и автоматизация расчета плана формирования поездов / А.Т. Осьминин // Железнодорожный транспорт. – 2007. – № 3. – С. 21–24.
108. Осьминин, А.Т. Рациональная организация вагонопотоков на основе методов многокритериальной оптимизации : автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.22.08 / Осьминин Александр Трофимович. – Самара, 2000. – 48 с.
109. Официальный сайт ЗАО «Русагротранс» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: info@rusagrotrans.ru (дата обращения 12.08.2019).
110. Персианов, В.А. Моделирование транспортных систем / В.А. Персианов, К.Ю. Скалов, Н.С. Усков. – М.: Транспорт, 1972. – 208 с.
111. Персианов, В. А. Проблемные вопросы развития железнодорожного транспорта / В. А. Персианов // Вестник транспорта. – 2002. – № 7. – С. 2–9.
112. Петров, М.Б. Методология организации региональной транспортной системы : автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.22.01 / Петров Михаил Борисович. – М.: МИИТ, 2004. – 48 с.
113. Пехтерев, Ф.С. О формировании научных задач по созданию интегральной евроазиатской транспортной системы в контексте развития международных транспортных коридоров / Ф.С. Пехтерев, А.А. Замковой // Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО РЖД. – 2018.– № 1. – С. 28–36.
114. Портер, М. Конкурентное преимущество. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2007. – 262 с.
115. Поттгофф, Г. Теория транспортных потоков, Берлин, 1962. – 343 с.

116. Правдин, Н.В. Взаимодействие видов транспорта в узлах. Учебное пособие. 2-е изд. перераб. и доп. / Н.В. Правдин, В.Я. Негрей. Минск: Высшая школа, 1983. – 247 с.
117. Рахмангулов, А.Н. Обеспечение своевременности грузовых перевозок в транспортно-технологических системах / А.Н.Рахмангулов, С.Н.Корнилов, А.Д. Кольга // Вестник МГТУ им. Г.И.Носова. – 2014. – № 1 (45). – С. 115–121.
118. Рахмангулов, А.Н. Управление транспортными системами. Теоретические основы / А.Н. Рахмангулов, С.В. Трофимов, С.Н. Корнилов. – Магнитогорск: МГТУ им.Носова, 2001. – 191с.
119. Рахмангулов, А.Н. Железнодорожные транспортно-технологические системы: организация функционирования: монография / А.Н. Рахмангулов, О.А. Копылова, П.Н. Мишкурнов. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. – 300 с.
120. Романова, П.Б. Установление целесообразных вариантов организации вагонопотоков. / П.Б. Романова, С.А. Цыганов // Наука и образование транспорту. – 2017. – № 1. – С. 115–118.
121. Россия в цифрах. 2018: Крат.стат.сб./Росстат- М., 2018 -522с.
122. Саати, Т.Л. Элементы теории массового обслуживания и ее приложения. – М.: Советское радио, 1965. – 520с.
123. Сай, В.М. Интегральная оценка предприятий / В.М.Сай, С.В.Сизый, В.К. Фомин // Экономика железных дорог. – 2010. – № 1. – С. 18–27.
124. Сай, В.М. Образование, функционирование и распад организационных сетей: монография / В.М. Сай, С.В. Сизый. – Екатеринбург : УрГУПС, 2011. – 270 с.
125. Сандакова, Н.Ю. Место и роль транспортной системы в социально-экономическом развитии региона / Н.Ю. Сандакова // Вестник ВСГУТУ. – 2013.– № 1(40). – С. 95–101.

126. Семенов, Д.В. Международные транспортные коридоры, проходящие по территории России: историко-правовой обзор / Д.В. Семёнов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Вологда: Киселев А. В., 2017. – 240 с.
127. Сергеев, В.И. Управление цепями поставок / В.И. Сергеев. – М.: Издательство Юрайт, 2014. – 479с.
128. Сизый, С.В. Формирование и визуализация интегральной оценки взаимодействия узлов мультиоператорных организационных сетей / С.В. Сизый, В.К. Фомин // Транспорт Урала. – 2009. – № 4(23). – С. 16–20.
129. Соколов, Ю.И. Методы экономической оценки и инструменты повышения качества обслуживания грузовладельцев при взаимодействии транспортных компаний: монография / Ю.И. Соколов, Е.В. Рогов, И.М. Лавров // М.: МИИТ, 2018. – 250 с.
130. Сток, Дж.Р. Стратегическое управление логистикой / Дж.Р. Сток, Д.М. Ламберт. – М.: Инфра – М, 2005. – 757 с.
131. Стратегия социально-экономического развития ЮФО на период до 2020г. [утв. Распоряжением Правительства РФ от 5 сентября 2011 г. № 1538-р] [Электронный ресурс] // Официальный сайт Министерства экономического развития Российской Федерации. – Режим доступа: <http://old.economy.gov.ru>. (дата обращения 12.08.2019).
132. Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года: [утв. Распоряжением Правительства РФ от 17 июня 2008 г. № 877-р] [Электронный ресурс] // Официальный сайт Министерства транспорта Российской Федерации. – Режим доступа: <https://www.mintrans.ru/documents/1/1010>. (дата обращения 12.08.2019).
133. Стримовская, А.В. Оценка ключевых показателей эффективности мультимодальных перевозок на основе концепции точно-в-срок / А.В. Стримовская // Транспортное дело России. – 2016. – № 6. – С. 158–161.
134. Таха, Х.А. Введение в исследование операций : пер. с англ. / Хемди А. Таха. – 7-е изд. – М. : Изд. дом «Вильяме», 2005. – 912 с.

135. Тимофеев, Ю.С. Совершенствование организации мультимодальных перевозок в России / Ю.С. Тимофеев, Е.М. Земцова // Современные экономика и общество: научный взгляд молодых: Сборник статей и тезисов докладов XII междунар. научно-практич. конф. студентов, магистрантов и аспирантов. – Челябинск: Фотохудожник, 2016. С. 317–320.
136. Трофимов, С.В. Транспортная логистика / С.В. Трофимов, А.Н. Рахмангулов, С.Е. Гавришев, А.М. Макаров. – Магнитогорск: МГТУ им. Носова, 2000. – 372с.
137. Третьяков, Г.М. Новый подход в развитии контейнерно-транспортной системы России на основе формирования контейнерного кластера использования / Г.М. Третьяков, О.В. Москвичев, Е.Е. Москвичева // Вестник транспорта Поволжья. – 2012.– № 3(33). – С. 35–39.
138. Ту, Дж. Принципы распознавания образов / Дж. Ту, Р. Гонсалес. – М.: Мир, 1978. – 416 с.
139. Форд, Л. Поток в сетях / Л.Форд, Д. Фалкерсон. – М.: Мир, 1966. – 276 с.
140. Хан, В.В. Развитие методов определения рациональных структур и организации транспортно-технологических процессов железнодорожных узлов: автореферат дис. ... кандидата технических наук : 05.22.01 / Хан Владимир Васильевич. – Ростов-на-Дону, 2017. – 23 с.
141. Харари, Ф. Теория графов / Ф. Харари ; пер. с англ. В.П. Козырева; под ред. Г.П. Гаврилова. – Изд. 2-е. – М. : Едиториал УРСС, 2003. – 296 с.
142. Хейт, Ф. Математическая теория транспортных потоков / Ф. Хейт. – М.: Мир, 1966. – 288 с.
143. Хусаинов, Ф.И. Экономические реформы на железнодорожном транспорте: монография / Ф.И. Хусаинов. – М. : Изд. дом «Наука», 2012. – 192 с.
144. Хусаинов, Ф. И. Железные дороги и рынок: сборник статей. – М.: Наука, 2015. – 582 с.

145. Чаганова, О.С. Обеспечение сохранности тарно-упаковочных грузов при перевозке железнодорожным транспортом на основе учета нелинейных характеристик средств крепления дисс. ... канд. техн. наук/ Чаганова Оксана Сергеевна // Гомель: БелГУТ, 2019. – 195 с.
146. Черненко, А.А. Создание зернового кластера как направления развития АПК Краснодарского края) / А.А. Черненко // Новая наука: Опыт, традиции, инновации. – 2016. – № 10–1. – С. 227.
147. Чеботарева, Е.А. Логистикоориентированная организация местной работы на припортовой железной дороге в условиях роста экспортных перевозок: дис.. канд. техн. наук: 05.22.01 / Чеботарева Евгения Андреевна. – Ростов н/Д, 2008. – 184 с.
148. Чертков, А.А. Автоматизация определения критического пути в логистической системе / А. А. Чертков, А. А. Вардомская, А. А. Дмитриев // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. – 2015. – № 5(33). – С. 194–200.
149. Числов, О.Н. Вариант оценки этапности развития припортовых станций на направлениях южно-российских транспортных коридоров / О.Н. Числов, Д.С. Безусов, С.Г.Заяц // Труды РГУПС. – 2014. – № 2. – С. 153–163.
150. Числов, О.Н. Железнодорожные узлы: схемные решения, транспортная работа и их оценка: моногр. / О.Н. Числов, В.В. Хан, В.М. Задорожний, Н.М. Магомедова. – Ростов-на-Дону: ФГБОУ ВО РГУПС, 2016. – 229 с.
151. Числов, О.Н. Временная параметризация в распределении грузопотоков транспортно-технологических / О.Н. Числов, В.А. Богачев, АС. Кравец, Т.В. Богачев // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. – 2019. – № 3(50). – С. 14–22.
152. Числов, О.Н. Развитие методов распределения зерновых грузопотоков в припортовой железнодорожной транспортно-технологической системе / О.Н. Числов, В.А. Богачев, АС. Кравец, В.М. Задорожний, Т.В. Богачев //

Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. – 2019. – № 5. – С. 29–35.

153. Числов, О.Н. 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. 92-102.
154. Числов, О.Н., Распределение вагонопотоков операторской компании в припортовых транспортных узлах методом экономико-географического разграничения доставки / О.Н. Числов, В.А. Богачев, В.М. Задорожний, Т.В. Богачев // Известия ПГУПС. – 2016. – Т.13 – № 3 (48). – С. 302–313.
155. Числов, О.Н. Мультиагентный подход в математическом моделировании распределения региональных грузопотоков / О.Н. Числов, В.А. Богачев, Т.В. Богачев, Е.В. Филина // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2019. - № 4 (64). С. 87–95.
156. Числов, О.Н. Модифицированный гравитационный метод в размещении распределительных терминалов портовых железнодорожных транспортно-технологических систем / О.Н. Числов, В.Л. Люц // Инженерный вестник Дона. – 2012. – Т. 23. –№ 4–2 (23).
157. Числов, О.Н. Развитие методов распределения зерновых грузопотоков в припортовой железнодорожной транспортно-технологической системе / О.Н. Числов, В.А. Богачев, А.С. Кравец, В.М. Задорожний, Т.В. Богачев // Транспорт: Наука, техника, управление ВИНТИ РАН. – 2019. – № 5. – С. 29–35.
158. Числов, О.Н. Методы нормирования показателей подвижного состава операторской компании в направлении южно-российских портов / О.Н. Числов, В.М. Задорожний // Транспорт-2016 : тр. Междунар. науч.-практ. конф. – Ростов н/Д : ФГБОУ ВО РГУПС, 2016. – С. 60–64.
159. Числов, О.Н. Актуальные вопросы повышения эффективности функционирования транспортно-технологических систем зерновых грузов

- / О. Н. Числов, А. С. Кравец // Проблемы перспективного развития железнодорожных станций и узлов: междунар. сб. науч.ст. / М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. Гомель: БелГут, 2019. – С.137–148.
160. Шоховец, А.О. Международные транспортные коридоры как инновационное средство развития экономики / А.О. Шоховец // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2017. – Т.3. – № 13. – С. 969–971.
161. Эрлих, А.В. Оптимизация величины и структуры вагонного парка транспортной компании: дис. ... канд. техн. наук / Эрлих Антон Владимирович. – М. : РГОТУПС, 2006. – 159 с.
162. Balster, A. Dynamic freight flow modelling for risk evaluation in food supply/ A. Balster, H. Friedrich // Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review. – 2019. – Vol. 121. – Pp. 4–22.
163. Bell, D. The coming of post-industrial society: A venture of social forecasting. – N.Y.: Basic Books, 1973. – 507 p.
164. Borndörfer, R. The freight train routing problem for congested railway networks with mixed traffic / R. Borndörfer, T. Klug, T. Schlechte, A. Fügenschuh, T. Schang, H. Schülldorf // Transportation science. – 2016. – Vol.50. – № 2. – P. 408-423.
165. Bottani, E. Resilient food supply chain design: Modelling framework and metaheuristic solution approach / E. Bottani, T. Murino, M. Schiavo, R. Akkerman // Computers and Industrial Engineering. – 2019. – Vol.135. – Pp. 165–178.
166. Chiao, J.Y. Neural basis of social status hierarchy across species. Current Opinion in Neurobiology. – 2010. – Vol.20. – Pp. 803–809.
167. Chislov, O. Economic-geographical method delimiting wagon flows in the region considered: Model and algorithm / O. Chislov, V. Bogachev, V. Zadorozhniy, T. Bogachev // Transport problems. – 2018. – Vol.13. – № 2. – Pp. 39–48.

168. Chislov, O.N. Modelling of the rail freight traffic by the method of economic-geographical delimitation in the region of the South-Easter Coast of the Baltic Sea / O.N. Chislov, V.A. Bogachev, V.M. Zadorozhniy, O.I. Demchenko, V.V. Khan, T.V. Bogachev // *Transport problems*. – 2019. – № 14(2). – Pp. 77–89.
169. Chislov, O.N. Time parameters optimization of the export grain traffic in the port railway transport technology system / O.N. Chislov, V.M. Zadorozhniy, T.V. Bogachev, A.S. Kravets, I.N. Egorova, V.A. Bogachev // Sierpiński G. (eds) *Smart and Green Solutions for Transport Systems. TSTP 2019. Advances in Intelligent Systems and Computing*. – 2020. – Vol.1091. Pp.126–137. Springer, Cham.
170. Combes, F., Inventory theory, mode choice and network structure in freight transport / F. Combes, L.A. Tavasszy // *European Journal of Transport and Infrastructure Research*. – 2016. – № 16 (1). – С. 38–52.
171. Gooley, T.B. *The Geography of Logistics* / T.B. Gooley // *Logistics Management and Distribution Report*. – 1998. – Pp. 63–65.
172. Gholami, O. Job-shop problems with objectives appropriate to train scheduling in a single-track railway / O. Ghokami, Y.N. Sotskov, F. Werner // *SIMULTECH 2012 Proc. 2 Int. Conf. Simulat. Model. Methodolog. Technolog. Appl.* – 2012. – Pp. 425–430.
173. Harrison, R. *International Trade, Transportation Corridors, and Inland Ports: Opportunities for Canada* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gateway-corridor.com> (дата обращения 08.12.2018).
174. Hyland, M.F. Analytical models of rail transportation service in the grain supply chain: Deconstruction the operational and economic advantages of shuttle train service / M.F. Hyland, H.S. Mahmassani, L.B. Mjahed // *Transp. Res. Part E*. – Vol. 93. – 2016. – Pp. 294-315.
175. Maiyar, L.M. A combined tactical and operational deterministic food grain transportation model: particle swarm-based optimization approach / L.M. Maiyar, J.J. Thakkar // *Computers and Industrial Engineering*. – 2017. – Pp. 30–42.

176. Mindur, L. The concept of organizing transport and logistics processes, taking into account the economic, social and environmental aspects / L. Mindur, M. Hajdul // *Transport problems*. – Vol.8, № 4. – 2013. – Pp.121–128.
177. Mogale, D.G. Bulk wheat transportation and storage problem of public distribution system / D.G. Mogale, S.K. Kumar, F.P.G. Márquez, M.K. Tiwari // *Computers and Industrial Engineering*. – 2017. – Pp. 80–97.
178. Murali, P. Modeling strategies for effectively routing freight trains through complex networks / P. Murali, F. Ordonez, M.M. Dessouky // *Transportation Research Part C-Emerg Technol*. – 2016. – Pp.197–213.
179. Polinori, P. Eco-labeling and sustainable urban freight transport: how much are people willing to pay for green logistics? / P. Polinori, E. Marcucci, V. Gatta, S. Bigerna, C.A. Bollino, S. Micheli // *International Journal of Transport Economics*. – 2018. – № 4. – P. 605–629.
180. Richardson, H. L. Select the Best Port for Your Needs / H. L. Richardson // *Transportation and Distribution*. – 1991. – №. 32(10). – Pp. 79–81.
181. Robinson, A.E. Inland Ports and Supply Chain Management International Business Association's / A.E. Robinson // *Eighth Annual Conference: On Global Perspectives*. – Cancun, Mexico, 1999.
182. Rude, J. Explaining grain and oilseed price volatility: the role of export restrictions / J. Rude, H. An // *Food Policy*. – 2015. – Pp. 83–92.
183. Tanksale, A. Solving multi-region multi-facility inventory allocation and transportation problem: a case of Indian public distribution system / A. Tanksale, J.K. Jha // *Computers and Industrial Engineering*. – 2017. – Pp. 175–190.
184. Wang, X., Delimiting port hinterlands based on intermodal network flows: Model and algorithm / X. Wang, Q. Meng, L. Miao // *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*. – 2016. – № 88. – Pp. 32–51.
185. Wu P.-J., Huang P.-C. Business analytics for systematically investigating sustainable food supply chains / P.-J. Wu, P.-C. Huang // *Journal of Cleaner Production*. – Vol. 203. – 2018. – Pp. 121–132.

Основные характеристики стран-экспортеров зерновых, 2017/2018

Страна-экспортер	Площадь территории страны, тыс км ²	Доля в мировом экспорте зерновых, %	Характеристика с/х продукции стран на мировом рынке
1	2	3	4
Россия	17098,246	24,8	Большая часть посевной площади используется под зерновые и зернобобовые культуры, в том числе под пшеницу – 34 %, ячмень – 11 %, овёс – 4 %, кукурузу – 3 %. Остальная часть – кормовые культуры (21 %), технические культуры (16 %), картофель и овощебахчевые культуры (4 %).
США	9518,900	14,8	Один из крупнейших экспортеров озимой, яровой пшеницы и продуктов ее переработки (глюкозы, крахмалов, сахарозы, клетчатки, глютена, аминокислот). Почти половина посевных отведена под выращивание экспортного зерна. Страна является лидером по выращиванию кукурузы, сорго, ячменя, риса, сои, киноа и овса.
ЕС-28	4324,782	14,3	При хороших погодных условиях в год Европа получает до 150 млн т зерна и почти полностью покрывает потребности внутреннего рынка. На экспорт посылается не более 20 млн т пшеницы, а импортируется – не более 10 млн т. Ячмень занимает меньшие площади – около 14 млн га и дает за год до 66 млн т урожая.
Канада	9976,140	13,1	Кроме пшеницы, страна активно экспортирует рожь, гречиху, кукурузу, просо, овес. Под пшеницу выделено около 10,5 млн га. Вторая по величине культура, идущая на продажу, это ячмень. Импорт ячменя незначителен (менее 0,5 млн т).
Украина	603,700	10,7	Импортируется всего около 0,5 млн т, больше половины из которых – продукты переработки пшеницы.
Австралия	7686,850	8,5	Большую часть рынка составляет пшеница. Большая часть пшеницы представлена озимыми сортами, устойчивыми к засухе. Дополнительно выращивает на экспорт ячмень, кукурузу, сорго, тритикале, сою, канолу, овес и сафлор.
Аргентина	2766,890	7,9	Рынок поделен между пшеницей и кукурузой. Страна почти не закупает эти культуры извне, исключение составляет только семенное зерно и продукты переработки пшеницы.

Окончание таблицы П1.1

1	2	3	4
Казахстан	2724,900	5,1	Пшеница занимает более 80% всех посевных площадей. Кроме пшеницы выращивают ячмень (вторая по значимости культура), кукурузу, овес, просо. Потребности внутреннего рынка почти полностью покрываются собственным зерном. Импорт незначителен и состоит из семян новых сортов или зерна твердых пород.
Китай	9598,077	0,7	Рис – самый важный урожай в Китае, который занимает примерно 25 % возделываемых площадей. Пшеница является вторым наиболее распространенным зерновым урожаем, который экспортируется. Дополнительно экспортируются маслиничные семена.
Индия	3287,590	0,3	Главными зерновыми культурами являются рис и пшеница. Объемы производства в целом растут за счет увеличения урожайности.

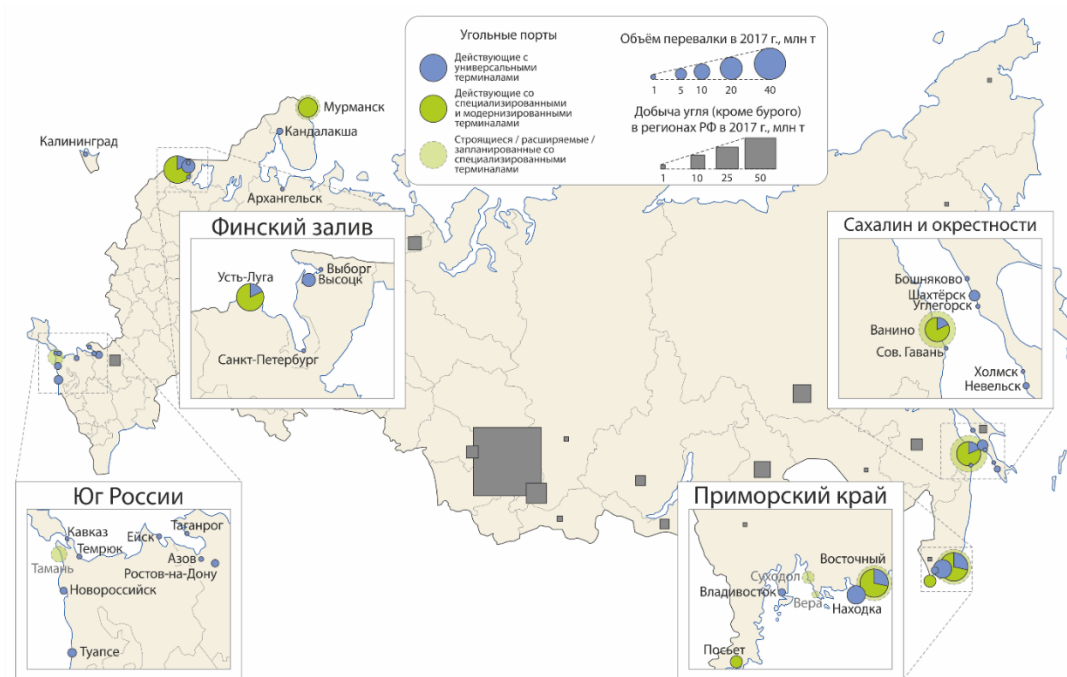


Рисунок П1.2 – Угольные порты РФ [124]

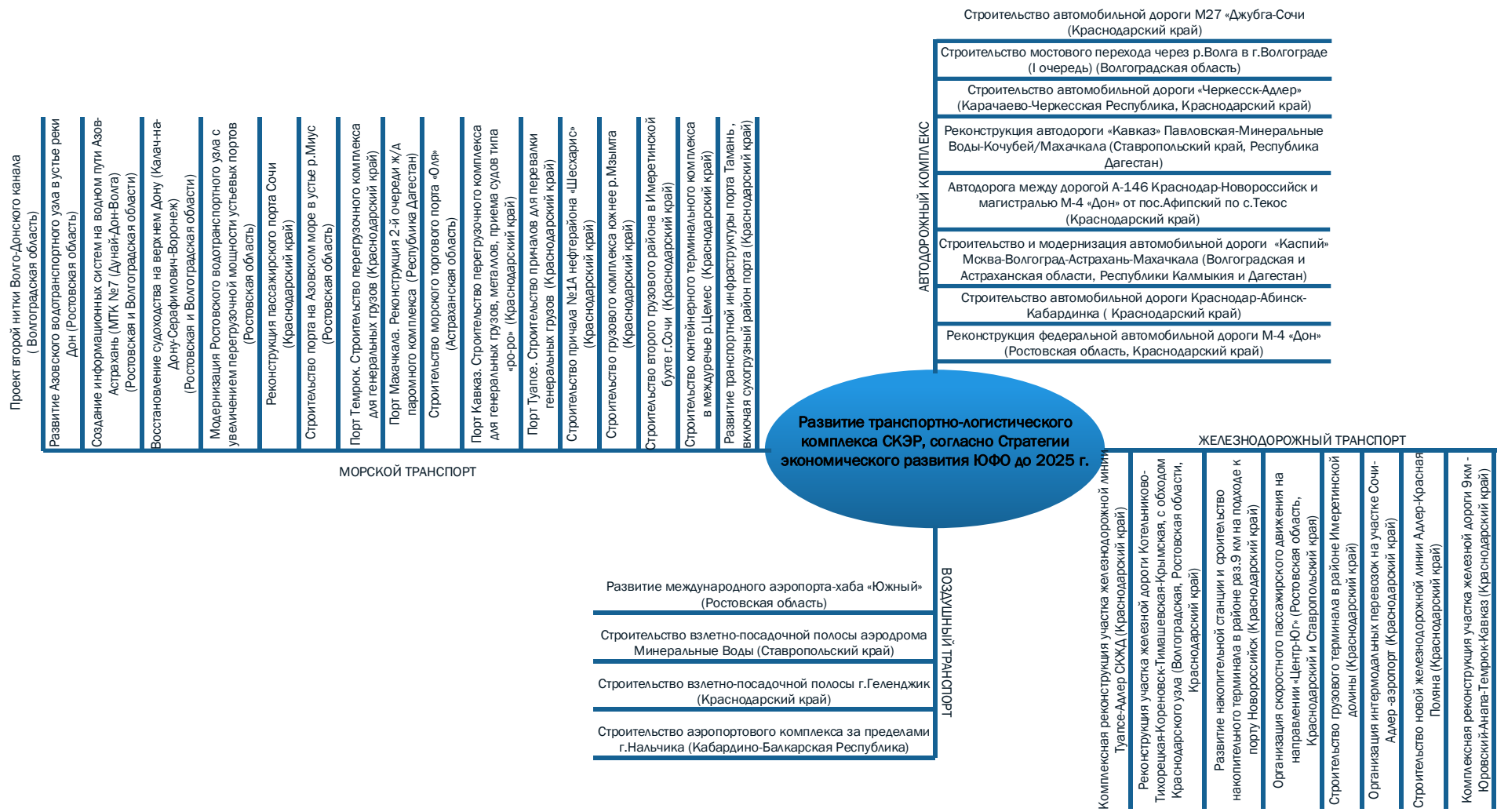


Рисунок П 1.1 - Развитие транспортно-логистического комплекса СКЭР, согласно Стратегии экономического развития ЮФО до 2025 г.

Классификация элеваторов

Наименование элеватора	Назначение	Особенности расположения относительно транспортных путей	Прием/отгрузка с/на авто транспорта	Прием/отгрузка с/на ж.д. транспорта	Прием/отгрузка с/на водного транспорта
Фермерский	хранение урожая одного года, для небольших фермерских хозяйств	нет	+	-	-
Коммерческий (заготовительный)	сортировка, взвешивание, очистка, сушка, хранение обрабатываются различные типы и классы зерна	на пересечении автодорог	+	+/-	-
Линейный	отгрузка на производственные и портовые элеваторы; обрабатываются различные типы и классы зерна	на стыке авто и железных дорог	+	+	-
Портовый (река-море, морской глубоководный), он же перевалочный	Кратковременное хранение, классификации, взвешивание, и отгрузки в суда. В последнее время в портовых элеваторах стали устанавливать линии очистки и сушки зерна для доведения зерна до экспортных стандартов	на стыке водных и железных дорог и/или автодорог	+	+	+
Производственный (примельничные, для комбикормовых заводов, крупозаводов, маслобойных предприятий и т.п.)	обработка продовольственной пшеницы и ржи для последующей переработки на мельнице; Хранение и обработка зернового сырья для производства комбикорма, круп и т.п.; хранение и сортировка, сушка зерна и формирование помольной партии	на пересечении автодорог, на стыке авто и железных дорог	+	+	-
Фондовый (для хранения гос.резерва)	хранения зерна государственных запасов; классификация, взвешивание, очистка, сушка, хранение	на стыке железных и автодорог	+	+	-
Базисный	для хранения оперативных (для текущего потребления) запасов зерна; очистка, сушка, хранение; подготовка крупных однородных партий зерна, удовлетворяющих определенным требованиям (экспортные партии; партии, направляемые на переработку)	на стыке ж.д. и автомобильных дорог, а также водных путей	+	+	+
Перевалочные	перегрузка зерна с одного вида транспорта на другой; при перегрузке при смене ширины колеи на железнодорожном транспорте.	на стыке различных видов транспорта, на стыке узкой и широкой колеи ж.д.	+	+	+

Ведомость расчетных показателей перевозок насыпных грузов видами транспорта [18,116]

Вид транспорта (объекта)	Показатель, ед. измерения	Расчетная формула
1	2	3
Железнодорожный транспорт	Грузооборот, ткм	$\sum Pl = Pl_1 + Pl_2 + \dots + Pl_n$, где P – количество перевезенного груза, т. l – расстояние перевозки, км
	Производительность вагона, ткм нетто	$w_B = \frac{\sum Pl_n}{\sum n}$ где $\sum Pl_n$ – пробег грузов, ткм нетто n – рабочий парк, ваг.
	Оборот грузового вагона, сут.	$Q_{\text{общ}} = \frac{1}{24} \left(\frac{l}{v_{\text{уч}}} + k_M \cdot t_{\text{гр}} + \frac{l}{L_{\text{тех}}} \cdot t_{\text{тех}} \right)$, где $\frac{l}{v_{\text{уч}}}$ – время в движении, $k_M \cdot t_{\text{гр}}$ – время под грузовыми операциями, $\frac{l}{L_{\text{тех}}} \cdot t_{\text{тех}}$ – время на технических станциях.
	Участковая скорость, км/ч	$v_{\text{уч}} = \frac{\sum NL}{\sum Nt}$ где $\sum NL$ – пробег поездов, поездо·км, $\sum Nt$ – поездо·ч (с учетом стоянок поездов на промежуточных станциях)
	Статическая нагрузка вагона, т/ваг	$P_{\text{ст}} = \frac{\sum P_{\text{п}}}{\sum U_{\text{п}}}$ где $\sum P_{\text{п}}$ – количество погруженных тонн груза, т, $\sum U_{\text{п}}$ – количество погруженных вагонов, ваг.
	Коэффициент порожнего пробега вагонов	$\alpha' = \frac{\sum n_{\text{пор}} \cdot l_{\text{пор}}}{\sum nl}$, где $\sum n_{\text{пор}} \cdot l_{\text{пор}}$ – пробег порожних вагонов, ваг·км $\sum nl$ – общий пробег вагонов, ваг·км
	Среднесуточный пробег грузового вагона, км.	$S_B = \frac{\sum nl}{n}$
	Полный оборот локомотива, ч	$Q = \frac{2L_{\text{л}}}{v_{\text{уч}}} + t_{\text{осн}}^{\text{л}} + t_{\text{об}}^{\text{л}}$ где $t_{\text{осн}}^{\text{л}}$, $t_{\text{об}}^{\text{л}}$ – время нахождения локомотива на станциях основного и оборотного депо соответственно.

Продолжение таблицы П 1.3

1	2	3
	Средний вес поезда брутто, тыс т	$Q_{бр} = \frac{\sum Q_{бр} L_{л}}{\sum NL}$
	Среднесуточный пробег локомотива, км	$S_{л} = \frac{2L_{л}}{Q} 24$
	Среднесуточная производительность локомотива, ткм брутто	$w_{л} = \frac{\sum Q_{бр} L_{л}}{M_{э}}$ где $M_{э}$ – эксплуатационный парк локомотивов
Автотранспорт	Грузооборот, ткм	$A_{г} = Q_{г} \cdot l$ Где $Q_{г}$ – объем перевезенного груза, т l – расстояние до пункта назначения, км.
	Производительность автомобиля, ткм нетто	$P = \frac{q\gamma v\beta l}{l + t_{п-в} v\beta}$ где q – грузоподъемность автомобиля, т γ – коэффициент использования грузоподъемности, v – техническая скорость автомобиля, км/ч β – коэффициент использования пробега, l – среднее расстояние перевозки груза, км $t_{п-в}$ – время на погрузку и выгрузку,
	Коэффициент полезного пробега	$k_{п} = \frac{L}{L_{гр}}$ Где $П$ – общий пробег автомобиля, км. $П_{г}$ – пробег автомобиля с грузом, км.
Водный транспорт	Грузооборот, ткм	$A'_{г} = Q_{э} \cdot l,$ Где $Q_{э}$ – эксплуатационная загрузка, т l – расстояние до пункта назначения, км.
	Время кругового рейса, сут	$t_{кр} = t_{п} + t_{в} + t_{хп} + t_{хг},$ где $t_{п}, t_{в}$ – время нахождения судна в порту погрузки и выгрузки, соответственно, сут.; $t_{хп}, t_{хг}$ – время хода в порожнем состоянии и с грузом, соответственно, сут.

Продолжение таблицы П 1.3

1	2	3
	Затраты флота (тоннажа), тнж сут	$Qt = Q_p \cdot (t_x + t_{ст}),$ Где Q_p – регистрационная грузоподъемность, т t_x – суммарное время хода судна в груженом и порожнем состоянии, сут. $t_{ст}$ – суммарное время нахождения судна в портах погрузки и выгрузки, сут.
	Затраты флота (тяги), силосут.	$Nt = N_p \cdot (t_x + t_{ст}),$ где N_p – регистрационная мощность, кВт.
	Валовая производительность тоннажа, ткм/тнж.сут	$P'_в = \frac{A'_г}{Qt}$
	Валовая производительность тяги, ткм/кВт	$P_в = \frac{A'_г}{Nt}$
Пункты перевалки грузов (порт, терминал)	Время обработки транспортной единицы, ч	$t_{тр.ед}^{гр} = t_{под} + t_{п} + t_{пер} + t_3 + \sum t_{ож}$ где $t_{под}, t_3$ – затраты времени на подготовительные и заключительные операции, ч., $t_{п}$ – время погрузки (выгрузки) одной транспортной единицы или их группы, ч., $t_{пер}$ – время перерывов в работе за период погрузки (выгрузки), ч., $\sum t_{ож}$ – суммарные затраты времени на ожидание обслуживания, ч.
	Средний интервал прибытия в пункт перевалки судов, поездов, автомобилей, сут	$I_{судно} = \frac{T_{сов} Q_c \epsilon_c}{\sum Q_{см}}, I_{поезд} = \frac{q \epsilon N_m T_{сов}}{\sum Q_{см}},$ $I_{авто} = \frac{T_{сов} Q_{авто} \epsilon_{авто}}{\sum Q_{см}}$ где $T_{сов}$ – длительность непосредственного взаимодействия двух видов транспорта, сут $\sum Q_{см}$ – объем перевозок в смешанном сообщении за расчетный период, т $Q_c, Q_{авто}$ – грузоподъемность судна и автомобиля соответственно, т $\epsilon_c, \epsilon_{авто}$ – коэффициент использования грузоподъемности судна и автомобиля соответственно, q – грузоподъемность вагона, т ϵ – коэффициент использования грузоподъемности вагона, N_m – количество вагонов в маршруте

1	2	3
	Производительность перевалочного пункта, т/ч	$P_3 = \frac{3600 \cdot M \cdot n_{\text{перегр.об.}}}{T_{\text{ц}}}$ <p>где M – масса перегружаемого груза, т, $T_{\text{ц}}$ – длительность цикла работы перегрузочного оборудования, ч. $n_{\text{перегр.об.}}$ – количество линий одновременной перегрузки.</p>
	Время перевалки одной транспортной единицы, ч.	$t_{\text{перевалки}}$
	Число одновременно обслуживаемых транспортных средств, ед.	$n_{\text{ваг}}$ $n_{\text{суд}}$ $n_{\text{авто}}$
	Общая емкость буферных накопителей	$E_{\text{общ}} = E_1 + E_2 + \dots + E_n,$ <p>где E – емкость буферного накопителя, т</p>

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Таблица П 2.1

Характеристика элеваторов СКЖД, с подъездными путями необщего пользования

№ п/п	Станция	Q, т/сут	Е, тыс т	№ п/п	Станция	Q, т/сут	Е, тыс т
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Азов	2040	152	56	Малороссийская	1200	85
2	Албаши	300	50	57	Мальчевская	600	70
3	Ангелинская	1620	115,8	58	Маслов Кут	1200	85
4	Андреедмитриевка	600	65	59	Матвеев Курган	540	124
5	Аполлонская	1080	155	60	Мечетинская	600	100
6	Армавир-Ростовский	900	150	61	Миллерово	900	20
7	Атаман	960	120	62	Минеральные Воды	1800	100
8	Ахтырская	900	150	63	Михайло-Леонтьевская	420	65
9	Белоглинская	3180	202	64	Моздок	1200	85
10	Благодарное	1800	213	65	Мокрая Буйвола	960	45
11	Брюховецкая	420	65	66	Морозовская	1200	85
12	Буденновск	2100	120	67	Наурская	600	100
13	Бурсак	720	70	68	Неклиновка	600	100
14	Варениковская	600	30	69	Новороссийск	18000	400
15	Васильевский	600	32	70	Обливская	600	94,6
16	Величковка	240	30	71	Ольгинская	600	90
17	Волгодонская	1200	50	72	Передовая	540	75
18	Георгиевск	720	69	73	Песчанокопская	960	47
19	Гиагинская	420	65	74	Пролетарская	480	75
20	Глубокая	600	55	75	Протока	960	47
21	Гречишкино	600	45	76	Прохладная	540	48
22	Гулькевичи	600	42	77	Развильная	1200	45
23	Двойная	600	144	78	Расшеватка	1800	40
24	Дивное	1500	100	79	Ремонтная	1200	83
25	Динская	1560	100	80	Ровное	1440	110
26	Докшукино	360	30	81	Сальск	480	70
27	Дондуковская	600	50	82	Светлоград	1800	110
28	Ейск (перев.)	720	100	83	Спицевка	1800	110
29	Ея	780	120	84	Ставрополь	1200	150
30	Заречная	1800	100	85	Старомарьевская	720	155
31	Зверевский	300	20	86	Староминская-Ейская	1800	110
32	Зеленокумск	2160	100	87	Старощербиновская	300	70
33	Зерноград	480	46	88	Степная	900	100
34	Зимовники	960	166,8	89	Сулин	420	65
35	Изобильная	1200	155	90	Таганрог	2100	120
36	Ипатово	1920	195,1	91	Тамань	600	192
37	Кавказская	600	70	92	Тарасовка	420	65
38	Кагальник	540	67,4	93	Тацинская	600	155
39	Каменская	420	65	94	Темижбекская	480	30

Окончание таблицы П 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8
40	Каневская	960	90	95	Тимашевская	1200	100
41	Каяла	360	30	96	Титаровка	600	50
42	Конармейская	360	50	97	Тихорецкая	600	73
43	Коноково	900	120	98	Трубецкая	1200	100
44	Кореновск	600	70	99	Уманская	480	71,7
45	Красная Гвардия	360	65	100	Успенская	1800	39,6
46	Краснодар-2	600	85	101	Усть-Донецкая	600	60
47	Крыловская	2100	120	102	Усть-Лабинская	1800	50
48	Куберле	600	68	103	Хотунок	180	48
49	Кума	1080	80	104	Целина	2100	300
50	Курганная	600	70	105	Черкасская	960	55
51	Курсавка	1200	85	106	Черкесск	480	75
52	Кущевка	540	20	107	Чертково	900	30
53	Лабинская	900	120	108	Шахтная	420	70
54	Ладожская	600	70	109	Шептуховка	420	65
55	Лихая	540	20				

Таблица П2.2

Характеристика портовых элеваторов

Порты СКЖД	Емкость, Е, тыс т	Производительность, Q, т/сут
Азов	152	2040
Ейск	100	720
Кавказ	90	2000
Новороссийск	400	18000
Ростов (Заречная)	100	1800
Таганрог	120	2100
Тамань	192	600
Темрюк	120	800
Туапсе	106,7	5500
Усть-Донецк	60	600
Махачкала	20	800

1Матрицы графа - Excel

Вход

Файл Главная Вставка Разметка страницы Формулы Данные Рецензирование Вид Справка Что вы хотите сделать? Общий доступ

AU1

	A	B	C	E	G	I	K	M	O	Q	S	U	W	Y	AA	AC	AE	AG	AI	AK	AM	AO	AQ	AS	AU
1																									
2		Таблица 6 - Стоимость транспортировки 1 вагона зерна (пшеница, вагон собств./аренд.)																							
3																									
4			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
5		АЗОВ	1	0	15997	28750	35519	57297	33263	14526	36892	27573	55237	22080	62398	23551	38462	22472	26592	36794	54550	41601	24140	29927	28162
6		АЛБАШИ	2	15997,91	0	13937	38462	60240	36206	23453	22080	36500	58180	7267	65341	26886	23649	31399	11779	45721	57493	44544	33067	26592	31105
7		АНГЕЛИНСКАЯ	3	28750,76	13937	0	35127	56905	32870	36206	10994	33263	54845	7855	62006	23551	10896	44152	3343	56120	54158	41209	45819	23257	27769
8		АНДРЕЕДМИТРИЕВКА	4	35519,58	38462	35127	0	27475	3441	37383	28946	22864	38364	32380	33950	18842	35911	50921	32969	45721	24728	7267	52588	13054	8542
9		АПОЛЛОНСКАЯ	5	57297,53	60240	56905	27475	0	25219	59161	50724	44642	20314	54158	13153	40620	57689	72699	54746	67499	3931	33557	74366	34832	30320
10		АРМАВИР-РОСТОВСКИЙ	6	33263,31	36206	32870	3441	25219	0	35127	26690	20608	36108	30124	31693	16586	33655	48664	30712	43465	22472	9523	50332	10798	6286
11		АТАМАН	7	14526,43	23453	36206	37383	59161	35127	0	41601	15703	57101	29535	64262	25415	45918	29927	34048	23453	56414	43465	31595	31791	30026
12		АХТЫРСКАЯ	8	36892,97	22080	10994	28946	50724	26690	41601	0	27083	48664	15997	55826	17371	8149	52294	13153	49940	47978	35029	53962	17076	21589
13		БЕЛОГЛИНСКАЯ	9	27573,57	36500	33263	22864	44642	20608	15703	27083	0	42582	30516	49743	10896	34048	42975	31105	24042	41896	28946	44642	17273	15507
14		БЛАГОДАРНОЕ	10	55237,45	58180	54845	38364	20314	36108	57101	48664	42582	0	52098	8346	38560	55629	70638	52686	65439	17567	44446	72306	32772	31007
15		БРЮХОВЕЦКАЯ	11	22080,04	7267	7855	32380	54158	30124	29535	15997	30516	52098	0	59259	20804	17567	37481	5697	51803	51411	38462	39149	20510	25023
16		БУДЕННОВСК	12	62398,67	65341	62006	33950	15153	31693	64262	55826	49743	8346	59259	0	45721	62971	77800	59848	72600	10406	40032	79467	39934	36794
17		БУРСАК	13	23551,52	26886	23551	18842	40620	16586	25415	17371	10896	38560	20804	45721	0	24336	38953	21393	33753	37873	24924	40620	13251	11485
18		ВАРЕНИКОВСКАЯ	14	38462,55	23649	10896	35911	57689	33655	45918	8149	34048	55629	17567	62791	24336	0	53864	13054	56905	54943	41994	55531	24042	28554
19		ВАСИЛЬЕВСКИЙ	15	22472,43	31399	44152	50921	72699	48664	29927	52294	42975	70638	37481	77800	38953	53864	0	41994	52196	69952	57003	8738	45329	43563
20		ВЕЛИЧКОВКА	16	26592,59	11779	3343	32969	54746	30712	34048	13153	31105	52686	5697	59848	21393	13054	41994	0	53962	52000	39051	43661	21099	25611
21		ВОЛГОДОНСКАЯ	17	36794,87	45721	56120	45721	67499	43465	23453	49940	24042	65439	51803	72600	33753	56905	52196	53962	0	64753	51803	53864	40130	38364
22		ГЕОРГИЕВСК	18	54550,76	57493	54158	24728	3931	22472	56414	47978	41896	17567	51411	10406	37873	54943	69952	52000	64753	0	30810	71619	32086	27573
23		ГИАГИНСКАЯ	19	41601,71	44544	41209	7267	33557	9523	43465	35029	28946	44446	38462	40032	24924	41994	57003	39051	51803	30810	0	58670	19137	14624
24		ГЛУБОКАЯ	20	24140,11	33067	45819	52588	74366	50332	31595	53962	44642	72306	39149	79467	40620	55531	8738	43661	53864	71619	58670	0	46997	45231
25		ГРЕЧИШКИНО	21	29927,95	26592	23257	13054	34832	10798	31791	17076	17273	32772	20510	39934	13251	24042	45329	21099	40130	32086	19137	46997	0	5697
26		ГУЛЬКЕВИЧИ	22	28162,17	31105	27769	8542	30320	6286	30026	21589	15507	31007	25023	36794	11485	28554	43563	25611	38364	27573	14624	45231	5697	0
27		ДВОЙНАЯ	23	28162,17	37089	47487	37089	58867	34832	14820	41307	15409	65635	43171	63968	25121	48272	43563	45329	9817	56120	43171	45231	31497	29731
28		ДИВНОЕ	24	56807,04	59750	56414	39934	35225	37677	58670	50234	44152	16096	53667	23257	40130	57199	72208	54256	67009	32478	46016	73876	39247	32576
29		ДИНСКАЯ	25	31203,23	19235	15899	26102	47880	23845	33067	9719	18548	45819	13153	52981	8836	16684	46604	13741	41405	45133	32184	48272	14232	18744
30		ДОКШУКИНО	26	64654,95	67597	64262	34832	8542	32576	66518	58082	52000	27671	61515	20510	47978	65047	80056	62104	74857	11289	40915	81724	42190	37677
31		ДОНДУКОВСКАЯ	27	39443,54	42386	39051	5108	31399	7365	41307	32870	26788	42288	36304	37873	22766	39835	54845	36892	49645	28652	3343	56512	16978	12466
32		ЕЙСК (ПЕРЕВ.)	28	20019,96	10111	22864	47389	69167	45133	27475	31007	40522	67107	16194	74268	35813	32576	35421	20706	49743	66420	53471	37089	35519	40032
33		ЕЯ	29	25415,4	34342	31105	20706	42484	18450	17861	24924	3343	40424	28358	47585	8738	31889	40816	28946	26200	39737	26788	42484	15115	13349
34		ЗАРЕЧНАЯ	30	4912,737	13839	26592	33361	55139	31105	12368	34734	25415	53079	19921	60240	21393	36304	20314	24434	34636	52392	39443	21981	27769	26003

характеристика элеваторов | Лист2 | элеватор-порт | порты характер | элеватор-элеватор | СТОИМОСТЬ

Готово | Параметры отображения | 100 %

Рисунок П2.4 – Ведомость стоимостей транспортировки одного вагона с зерновыми грузами (пшеница, вагон аренд.)

ABC-анализ прирельсовых элеваторов

Станция	Q, т/сут	Е, тыс.т	Группа в ABC по Q до объединения	Группа ABC по Е до объединения	после объединения по Q	после объединения по Е
1	2	3	4	5	6	7
Хотунок	180	48	С	В*	0	В*
Тацинская	600	155	В*	А	В*	А
Двойная	600	144	В*	А	В*	А
Старощербиновская	300	70	С	В	0	В*
Матвеев Курган	540	124	В*	А	В*	А
Старомарьевская	720	155	В	А	В	А
Красная Гвардия	360	65	В*	В*	В*	В*
Зимовники	960	166,8	В	А	В	А
Албаши	300	50	С	В*	0	В*
Мечетинская	600	100	В*	В	В*	В
Наурская	600	100	В*	В	В*	В
Неклиновка	600	100	В*	В	В*	В
Армавир-Ростовский	900	150	В	А	В	А
Ахтырская	900	150	В	А	В	А
Обливская	600	94,6	В*	В*	В*	В
Пролетарская	480	75	В*	В*	В*	В
Черкесск	480	75	В*	В*	В*	В
Брюховецкая	420	65	В*	В*	В*	В*
Гиагинская	420	65	В*	В*	В*	В*
Каменская	420	65	В*	В*	В*	В
Михайло- Леонтьевская	420	65	В*	В*	В*	В*
Тарасовка	420	65	В*	В*	В*	В*

Продолжение таблицы П 2.3

1	2	3	4	5	6	7
Шептуховка	420	65	B*	B*	B*	B
Ея	780	120	B	A	B	B
Ольгинская	600	90	B*	B	B*	B
Уманская	480	71,7	B*	B	B*	B*
Сальск	480	70	B*	B	B*	B*
Аполлонская	1080	155	B	A	B	A
Целина	2100	300	A	A	A	A
Краснодар-2	600	85	B*	B	B*	B
Конармейская	360	50	B*	B*	B*	B*
Передовая	540	75	B*	B	B*	B
Коноково	900	120	B	A	B	B
Лабинская	900	120	B	A	B	B
Изобильная	1200	155	B	A	B	A
Величковка	240	30	C	C	0	0
Атаман	960	120	B	A	B	B
Ставрополь	1200	150	B	A	B	A
Кагальник	540	67,4	B*	B*	B*	B*
Тихорецкая	600	73	B*	B	B*	B*
Благодарное	1800	213	A	A	A	A
Кавказская	600	70	B*	B*	B*	B
Кореновск	600	70	B*	B*	B*	B*
Курганная	600	70	B*	B*	B*	B*
Ладожская	600	70	B*	B*	B*	B*
Мальчевская	600	70	B*	B*	B*	B
Шахтная	600	70	B*	B*	B*	B*
Куберле	600	68	B*	B*	B*	B*
Степная	900	100	B	B	B	A
Андреедмитриевка	600	65	B*	B*	B*	B*

Продолжение таблицы П 2.3

1	2	3	4	5	6	7
Ипатово	1920	195,1	А	А	А	А
Бурсак	720	70	В	В*	В	В*
Зерноград	480	46	В*	В*	В*	В*
Георгиевск	720	69	В	В*	В	В*
Каневская	960	90	В	В	В	В
Глубокая	600	55	В*	В*	В*	В*
Сулин	720	65	В*	В*	В	В
Прохладная	540	48	В*	В*	В*	В
Докшукино	360	30	В*	В*	В*	0
Каяла	360	30	В*	В*	В*	0
Дондуковская	600	50	В*	В*	В*	В*
Титаровка	600	50	В*	В*	В*	В*
Тимашевская	1200	100	В	В	В	В
Трубецкая	1200	100	В	В	В	В
Ровное	1440	110	А	В	А	В
Гречишкино	600	45	В*	В*	В*	В*
Кума	1080	80	В	В	В	В
Курсавка	1200	85	В	В	В	В
Малороссийская	1200	85	В	В	В	В
Маслов Кут	1200	85	В	В	В	В
Моздок	1200	85	В	В	В	В
Морозовская	1200	85	В	В	В	В
Гулькевичи	600	42	В*	В*	В*	В*
Ремонтная	1200	83	В	В	В	В
Зверев	300	20	С	С	0	0
Дивное	1500	100	А	В	А	В
Динская	1560	100	А	В	А	В
Белоглинская	3180	202	А	А	А	А

Окончание таблицы П 2.3

1	2	3	4	5	6	7
Темижбекская	480	30	В*	С	В*	0
Ангелинская	1860	115,8	А	В	А	А
Светлоград	1800	110	А	В	А	В
Спицевка	1800	110	А	В	А	В
Черкасская	960	55	В	В*	В	В*
Буденновск	2100	120	А	А	А	В
Крыловская	2100	120	А	А	А	В
Минеральные Воды	1800	100	А	В	А	В
Васильевский	600	32	В*	С	В*	0
Варениковская	600	30	В*	С	В*	0
Песчанокопская	960	47	В	В*	В	В*
Протока	960	47	В	В*	В	В*
Мокрая Буйвола	960	45	В	В*	В	В*
Зеленокумск	2160	100	А	В	А	В
Староминская-Ейская	2400	110	А	В	А	В
Волгодонская	1200	50	В	В*	В	В*
Развильная	1200	45	В	В*	В	В*
Кущевка	540	20	В*	С	В*	0
Лихая	540	20	В*	С	В*	0
Чертково	900	30	В	С	В	0
Усть-Лабинская	1800	50	А	В*	А	В*
Миллерово	900	20	В	С	В	0
Расшеватка	1800	40	А	С	А	0
Успенская	1800	39,6	А	С	А	0

Таблица П2.4 - Ранжирование данных показателей прирельсовых элеваторов при сравнении методом ABC-анализа

№ п/п	Станция	По производительности			Группа в результате ABC-анализа	№ п/п	Станция	По емкости			Группа в результате ABC-анализа
		Q, т/сут	q _i ,%	∑ q _i ,%				E, тыс.т	e _i ,%	∑ e _i ,%	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
9	Белоглинская	3180	3,432642	3,432642	А	104	Целина	300	3,479471	3,479471	А
32	Зеленокумск	2160	2,331606	5,764249	А	10	Благодарное	213	2,470424	5,949896	А
12	Буденновск	2100	2,266839	8,031088	А	9	Белоглинская	202	2,342844	8,29274	А
47	Крыловская	2100	2,266839	10,29793	А	36	Ипатово	195,1	2,262816	10,55556	А
104	Целина	2100	2,266839	12,56477	А	34	Зимовники	166,8	1,934586	12,49014	А
36	Ипатово	1920	2,072539	14,63731	А	5	Аполлонская	155	1,797727	14,28787	А
10	Благодарное	1800	1,943005	16,58031	А	35	Изобильная	155	1,797727	16,08559	А
62	Минеральные Воды	1800	1,943005	18,52332	А	85	Старомарьевская	155	1,797727	17,88332	А
78	Расшеватка	1800	1,943005	20,46632	А	93	Тацинская	155	1,797727	19,68105	А
82	Светлоград	1800	1,943005	22,40933	А	6	Армавир-Ростовский	150	1,739736	21,42078	А
83	Спицевка	1800	1,943005	24,35233	А	8	Ахтырская	150	1,739736	23,16052	А
86	Староминская-Ейская	1800	1,943005	26,29534	А	84	Ставрополь	150	1,739736	24,90026	А
100	Успенская	1800	1,943005	28,23834	А	23	Двойная	144	1,670146	26,5704	А
102	Усть-Лабинская	1800	1,943005	30,18135	А	59	Матвеев Курган	124	1,438181	28,00858	А
3	Ангелинская	1620	1,748705	31,93005	А	7	Атаман	120	1,391788	29,40037	А
25	Динская	1560	1,683938	33,61399	А	12	Буденновск	120	1,391788	30,79216	А
24	Дивное	1500	1,619171	35,23316	А	29	Ея	120	1,391788	32,18395	А
80	Ровное	1440	1,554404	36,78756	А	43	Коноково	120	1,391788	33,57574	А
17	Волгодонская	1200	1,295337	38,0829	В	47	Крыловская	120	1,391788	34,96752	А
35	Изобильная	1200	1,295337	39,37824	В	53	Лабинская	120	1,391788	36,35931	А
51	Курсавка	1200	1,295337	40,67358	В	3	Ангелинская	115,8	1,343076	37,70239	В
56	Малороссийская	1200	1,295337	41,96891	В	80	Ровное	110	1,275806	38,9782	В

Продолжение таблицы П 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
58	Маслов Кут	1200	1,295337	43,26425	В	82	Светлоград	110	1,275806	40,254	В
64	Моздок	1200	1,295337	44,55959	В	83	Спицевка	110	1,275806	41,52981	В
66	Морозовская	1200	1,295337	45,85492	В	86	Староминская- Ейская	110	1,275806	42,80561	В
77	Развильная	1200	1,295337	47,15026	В	24	Дивное	100	1,159824	43,96544	В
79	Ремонтная	1200	1,295337	48,4456	В	25	Динская	100	1,159824	45,12526	В
84	Ставрополь	1200	1,295337	49,74093	В	32	Зеленокумск	100	1,159824	46,28508	В
95	Тимашевская	1200	1,295337	51,03627	В	60	Мечетинская	100	1,159824	47,44491	В
98	Трубецкая	1200	1,295337	52,33161	В	62	Минеральные Воды	100	1,159824	48,60473	В
5	Аполлонская	1080	1,165803	53,49741	В	67	Наурская	100	1,159824	49,76456	В
49	Кума	1080	1,165803	54,66321	В	68	Неклиновка	100	1,159824	50,92438	В
7	Атаман	960	1,036269	55,69948	В	88	Степная	100	1,159824	52,0842	В
34	Зимовники	960	1,036269	56,73575	В	95	Тимашевская	100	1,159824	53,24403	В
40	Каневская	960	1,036269	57,77202	В	98	Трубецкая	100	1,159824	54,40385	В
65	Мокрая Буйвола	960	1,036269	58,80829	В	70	Обливская	94,6	1,097193	55,50104	В
73	Песчанокопская	960	1,036269	59,84456	В	40	Каневская	90	1,043841	56,54489	В
75	Протока	960	1,036269	60,88083	В	71	Ольгинская	90	1,043841	57,58873	В
105	Черкасская	960	1,036269	61,9171	В	46	Краснодар-2	85	0,98585	58,57458	В
6	Армавир- Ростовский	900	0,971503	62,8886	В	51	Курсавка	85	0,98585	59,56043	В
8	Ахтырская	900	0,971503	63,8601	В	56	Малороссийская	85	0,98585	60,54628	В
43	Коноково	900	0,971503	64,83161	В	58	Маслов Кут	85	0,98585	61,53213	В
53	Лабинская	900	0,971503	65,80311	В	64	Моздок	85	0,98585	62,51798	В
61	Миллерово	900	0,971503	66,77461	В	66	Морозовская	85	0,98585	63,50383	В
88	Степная	900	0,971503	67,74611	В	79	Ремонтная	83	0,962654	64,46648	В
107	Чертково	900	0,971503	68,71762	В	49	Кума	80	0,927859	65,39434	В
29	Ея	780	0,841969	69,55959	В	72	Передовая	75	0,869868	66,26421	В
13	Бурсак	720	0,777202	70,33679	В	74	Пролетарская	75	0,869868	67,13408	В

Продолжение таблицы П 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
18	Георгиевск	720	0,777202	71,11399	В	106	Черкесск	75	0,869868	68,00394	В
85	Старомарьевская	720	0,777202	71,89119	В	97	Тихорецкая	73	0,846671	68,85061	В
4	Андреедмитриевка	600	0,647668	72,53886	В*	99	Уманская	71,7	0,831594	69,68221	В
14	Варениковская	600	0,647668	73,18653	В*	13	Бурсак	70	0,811877	70,49408	В
15	Васильевский	600	0,647668	73,8342	В*	37	Кавказская	70	0,811877	71,30596	В
20	Глубокая	600	0,647668	74,48187	В*	44	Кореновск	70	0,811877	72,11784	В
21	Гречишкино	600	0,647668	75,12953	В*	50	Курганная	70	0,811877	72,92971	В
22	Гулькевичи	600	0,647668	75,7772	В*	54	Ладожская	70	0,811877	73,74159	В
23	Двойная	600	0,647668	76,42487	В*	57	Мальчевская	70	0,811877	74,55347	В
27	Дондуковская	600	0,647668	77,07254	В*	81	Сальск	70	0,811877	75,36534	В
37	Кавказская	600	0,647668	77,72021	В*	87	Старощербиновская	70	0,811877	76,17722	В
44	Кореновск	600	0,647668	78,36788	В*	108	Шахтная	70	0,811877	76,9891	В
46	Краснодар-2	600	0,647668	79,01554	В*	18	Георгиевск	69	0,800278	77,78938	В*
48	Куберле	600	0,647668	79,66321	В*	48	Куберле	68	0,78868	78,57806	В*
50	Куурганная	600	0,647668	80,31088	В*	38	Кагальник	67,4	0,781721	79,35978	В*
54	Ладожская	600	0,647668	80,95855	В*	4	Андреедмитриевка	65	0,753885	80,11366	В*
57	Мальчевская	600	0,647668	81,60622	В*	11	Брюховецкая	65	0,753885	80,86755	В*
60	Мечетинская	600	0,647668	82,25389	В*	19	Гиагинская	65	0,753885	81,62143	В*
67	Наурская	600	0,647668	82,90155	В*	39	Каменская	65	0,753885	82,37532	В*
68	Неклиновка	600	0,647668	83,54922	В*	45	Красная Гвардия	65	0,753885	83,1292	В*
70	Обливская	600	0,647668	84,19689	В*	63	Михайло- Леонтьевская	65	0,753885	83,88309	В*
71	Ольгинская	600	0,647668	84,84456	В*	89	Сулин	65	0,753885	84,63698	В*
93	Тацинская	600	0,647668	85,49223	В*	92	Тарасовка	65	0,753885	85,39086	В*
96	Титаровка	600	0,647668	86,1399	В*	109	Шептуховка	65	0,753885	86,14475	В*
97	Тихорецкая	600	0,647668	86,78756	В*	20	Глубокая	55	0,637903	86,78265	В*
38	Кагальник	540	0,582902	87,37047	В*	105	Черкасская	55	0,637903	87,42055	В*
52	Кущевка	540	0,582902	87,95337	В*	2	Албаши	50	0,579912	88,00046	В*

Окончание таблицы П 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
55	Лихая	540	0,582902	88,53627	В*	17	Волгодонская	50	0,579912	88,58038	В*
59	Матвеев Курган	540	0,582902	89,11917	В*	27	Дондуковская	50	0,579912	89,16029	В*
72	Передовая	540	0,582902	89,70207	В*	42	Конармейская	50	0,579912	89,7402	В*
76	Прохладная	540	0,582902	90,28497	В*	96	Титаровка	50	0,579912	90,32011	В*
33	Зерноград	480	0,518135	90,80311	В*	102	Усть-Лабинская	50	0,579912	90,90002	В*
74	Пролетарская	480	0,518135	91,32124	В*	76	Прохладная	48	0,556715	91,45674	В*
81	Сальск	480	0,518135	91,83938	В*	103	Хотунок	48	0,556715	92,01345	В*
94	Темижбекская	480	0,518135	92,35751	В*	73	Песчанокопская	47	0,545117	92,55857	В*
99	Уманская	480	0,518135	92,87565	В*	75	Протока	47	0,545117	93,10369	В*
106	Черкесск	480	0,518135	93,39378	В*	33	Зерноград	46	0,533519	93,63721	В*
11	Брюховецкая	420	0,453368	93,84715	В*	21	Гречишкино	45	0,521921	94,15913	В*
19	Гиагинская	420	0,453368	94,30052	В*	65	Мокрая Буйвола	45	0,521921	94,68105	В*
39	Каменская	420	0,453368	94,75389	В*	77	Развильная	45	0,521921	95,20297	В*
63	Михайло-Леонтьевская	420	0,453368	95,20725	В*	22	Гулькевичи	42	0,487126	95,6901	В*
89	Сулин	420	0,453368	95,66062	В*	78	Расшеватка	40	0,463929	96,15402	С
92	Тарасовка	420	0,453368	96,11399	В*	100	Успенская	39,6	0,45929	96,61331	С
108	Шахтная	420	0,453368	96,56736	В*	15	Васильевский	32	0,371144	96,98446	С
109	Шептуховка	420	0,453368	97,02073	В*	14	Варениковская	30	0,347947	97,33241	С
26	Докшукино	360	0,388601	97,40933	В*	16	Величковка	30	0,347947	97,68035	С
41	Каяла	360	0,388601	97,79793	В*	26	Докшукино	30	0,347947	98,0283	С
42	Конармейская	360	0,388601	98,18653	В*	41	Каяла	30	0,347947	98,37625	С
45	Красная Гвардия	360	0,388601	98,57513	В*	94	Темижбекская	30	0,347947	98,72419	С
2	Албаши	300	0,323834	98,89896	С	107	Чертково	30	0,347947	99,07214	С
31	Зверев	300	0,323834	99,2228	С	31	Зверевский	20	0,231965	99,30411	С
87	Старощербиновская	300	0,323834	99,54663	С	52	Кущевка	20	0,231965	99,53607	С
16	Величковка	240	0,259067	99,8057	С	55	Лихая	20	0,231965	99,76804	С
103	Хотунок	180	0,194301	100	С	61	Миллерово	20	0,231965	100	С

Примечание: А – крупнейшие; В – крупные; В* – средние; С – малые

Таблица П2.5 – Характеристика погрузочных кластеров для зерновых грузов

Станция	Е, тыс.т.	Q	Кдгм	Группа ABC- анализа совмещенная	Станция с наибольшим коэф гравитации	Е, тыс.т.	Q	Кдгм	Коэф гравитации в паре
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Албаши	50	300	166,667	0	Староминская-Ейская	110	2400	45,833	0,44
Ангелинская	115,8	1860	62,258	АА	Величковка	30	240	125	0,3595
Андреедмитриевка	65	600	108,333	СС	Армавир-Ростовский	150	900	166,667	0,9216
Аполлонская	155	1080	143,519	ВА	Георгиевск	69	720	95,833	0,6821
Армавир-Ростовский	150	900	166,667	ВА	Коноково	120	900	133,333	1,5625
Атаман	120	960	125	ВВ	Целина	300	2100	142,857	2,1403
Ахтырская	150	900	166,667	ВА	Краснодар-2	85	600	141,667	0,156
Белоглинская	202	3180	63,522	АА	Ея	120	780	153,846	2,504
Благодарное	213	1800	118,333	АА	Мокрая Буйвола	45	960	46,875	2,4452
Брюховецкая	65	420	154,762	СС	Тимашевская	100	1200	83,333	0,8125
Буденновск	120	2100	57,143	АВ	Маслов Кут	85	1200	70,833	0,6996
Бурсак	70	720	97,222	ВС	Тихорецкая	73	600	121,667	0,3038
Варенниковская	30	600	50	0	Ахтырская	150	900	166,667	0,0446
Васильевский	32	600	53,333	0	Тацинская	155	600	258,333	0,0506
Величковка	30	240	125	0	Ангелинская	115,8	1860	62,258	0,3589
Волгодонская	50	1200	41,667	ВС	Зимовники	166,8	960	173,75	0,0472
Георгиевск	69	720	95,833	ВС	Аполлонская	155	1080	143,519	0,6821
Гиагинская	65	420	154,762	СС	Дондуковская	50	600	83,333	0,3357
Глубокая	55	600	91,667	СС	Каменская	65	420	154,762	0,3379
Гречишкино	45	600	75	СС	Ладожская	70	600	116,667	0,3254
Гулькевичи	42	600	70	СС	Кавказская	70	600	116,667	0,75
Двойная	144	600	240	СА	Куберле	68	600	113,333	1,0116
Дивное	100	1500	66,667	АВ	Ипатово	195,1	1920	101,615	0,5803
Динская	100	1560	64,103	АВ	Краснодар-2	85	600	141,667	0,3469
Докшукино	30	360	83,33	0	Прохладная	48	540	88,889	0,0588

Продолжение таблицы П 2.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Дондуковская	50	600	83,33	СС	Курганная	70	600	116,667	0,4848
Ея	120	780	153,846	ВВ	Ровное	110	1440	76,389	8,1481
Зверево	20	300	66,667	0	Сулин	65	720	90,278	0,1801
Зеленокумск	100	2160	46,296	АВ	Кума	80	1080	74,074	1,2346
Зерноград	46	480	95,833	СС	Мечетинская	100	600	166,667	1,1735
Зимовники	166,8	960	173,75	ВА	Куберле	68	600	113,333	0,7234
Изобильная	155	1200	129,167	ВА	Передовая	75	540	138,889	1,794
Ипатово	195,1	1920	101,615	АА	Дивное	100	1500	66,667	0,58
Ипатово	195,1	1920	101,615	АА	Светлоград	110	1800	61,111	0,58
Кавказская	70	600	116,667	СВ	Гулькевичи	42	600	70	0,75
Кагальник	67,4	540	124,815	СС	Зерноград	46	480	95,833	1,0701
Каменская	65	420	154,762	СВ	Глубокая	55	600	91,667	0,3379
Каневская	90	960	93,75	ВВ	Албаши	50	300	166,667	0,287
Каяла	30	360	83,33	0	Степная	100	900	111,111	0,24
Конармейская	50	360	138,889	СС	Кагальник	67,4	540	124,815	0,6582
Коноково	120	900	133,33	ВВ	Армавир-Ростовский	150	900	166,667	1,5625
Кореновск	70	600	116,667	СС	Динская	100	1560	64,103	0,2857
Красная Гвардия	65	360	180,556	СС	Изобильная	155	1200	129,167	0,1269
Краснодар-2	85	600	141,667	СВ	Титаровка	50	600	83,333	0,439
Крыловская	120	2100	57,143	АВ	Степная	100	900	111,111	0,1561
Куберле	68	600	113,333	СС	Двойная	144	600	240	1,0116
Кума	80	1080	74,074	ВВ	Зеленокумск	100	2160	46,296	1,2346
Курганная	70	600	116,667	СС	Андреедмитриевка	65	600	108,333	0,5159
Курсавка	85	1200	70,833	ВВ	Минеральные Воды	100	1800	55,556	0,1221
Куцевка	20	540	37,04	0	Степная	100	900	111,111	0,2066
Лабинская	120	900	133,33	ВВ	Курганная	70	600	116,667	0,4102
Ладожская	70	600	116,667	СС	Усть-Лабинская	50	1800	27,778	0,4375
Лихая	20	540	37,04	0	Каменская	65	420	154,762	0,1128
Малороссийская	85	1200	70,833	ВВ	Тихорецкая	73	600	121,667	0,5865

Продолжение таблицы П 2.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Мальчевская	70	600	116,667	СВ	Шептуховка	65	420	154,762	0,5159
Маслов Кут	85	1200	70,833	ВВ	Зеленокумск	100	2160	46,296	0,8034
Матвеев Курган	124	540	229,63	СА	Неклиновка	100	600	166,667	1,7175
Мечетинская	100	600	166,667	СВ	Зерноград	46	480	95,833	1,1735
Миллерово	20	900	22,222	0	Мальчевская	70	600	116,667	0,1446
Минеральные Воды	100	1800	55,556	АВ	Георгиевск	69	720	95,833	0,4102
Михайло-Леонтьевская	65	420	154,762	СС	Шахтная	70	600	116,667	0,103
Моздок	85	1200	70,833	ВВ	Наурская	100	600	166,667	0,1221
Мокрая Буйвола	45	960	46,875	ВС	Благодарное	213	1800	118,333	2,4452
Морозовская	85	1200	70,833	ВВ	Тацинская	155	600	258,333	0,2635
Наурская	100	600	166,667	СВ	Моздок	85	1200	70,833	0,1221
Неклиновка	100	600	166,667	СВ	Матвеев Курган	124	540	229,63	1,7175
Обливская	94,6	600	157,667	СВ	Морозовская	85	1200	70,833	0,116
Ольгинская	90	600	150	СВ	Тимашевская	100	1200	83,333	0,1953
Передовая	75	540	138,889	СВ	Изобильная	155	1200	129,167	1,794
Песчанокопская	47	960	48,958	ВС	Белоглинская	202	3180	63,522	0,9808
Пролетарская	75	480	156,25	СВ	Двойная	144	600	240	0,355
Протока	47	960	48,958	ВС	Ангелинская	115,8	1860	62,258	0,2499
Прохладная	48	540	88,889	СВ	Аполлонская	155	1080	143,519	0,2325
Развильная	45	1200	37,5	ВС	Песчанокопская	47	960	48,958	0,3264
Расшеватка	40	1800	22,22	0	Передовая	75	540	138,889	0,2219
Ремонтная	83	1200	69,167	ВВ	Зимовники	166,8	960	173,75	0,5056
Ровное	110	1440	76,389	АВ	Ея	120	780	153,846	8,1481
Сальск	70	480	145,833	СС	Трубецкая	100	1200	83,333	1,0802
Светлоград	110	1800	61,111	АВ	Ипатово	195,1	1920	101,615	0,5803
Спицевка	110	1800	61,111	АВ	Старомарьевская	155	720	215,278	1,7614
Ставрополь	150	1200	125	ВА	Старомарьевская	155	720	215,278	0,8492
Старомарьевская	155	720	215,278	ВА	Спицевка	110	1800	61,111	1,7614
Староминская-Ейская	110	2400	45,833	АВ	Албаши	50	300	166,667	0,44

Окончание таблицы П 2.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Староцербиновская	70	300	233,333	0	Староминская-Ейская	110	2400	45,833	0,3535
Степная	100	900	111,111	ВА	Каяла	30	360	83,333	0,24
Сулин	65	720	90,278	ВВ	Шахтная	70	600	116,667	0,2705
Тарасовка	65	420	154,762	СС	Глубокая	55	600	91,667	0,3103
Тацинская	155	600	258,333	СА	Морозовская	85	1200	70,833	0,2635
Темижбекская	30	480	62,5	0	Кавказская	70	600	116,667	0,168
Тимашевская	100	1200	83,33	ВВ	Брюховецкая	65	420	154,762	0,8125
Титаровка	50	600	83,33	СС	Краснодар-2	85	600	141,667	0,439
Тихорецкая	73	600	121,667	СС	Малороссийская	85	1200	70,833	0,5865
Трубецкая	100	1200	83,33	ВВ	Целина	300	2100	142,857	2,6042
Уманская	71,7	480	149,375	СС	Староминская Ейская	110	2400	45,833	0,3636
Успенская	39,6	1800	22	0	Матвеев Курган	124	540	229,63	0,4306
Усть-Лабинская	50	1800	27,778	АС	Ладожская	70	600	116,667	0,4375
Хотунок	48	180	266,667	0	Шахтная	70	600	116,667	0,1296
Целина	300	2100	142,857	АА	Атаман	120	960	125	2,1403
Черкасская	55	960	57,292	ВС	Морозовская	85	1200	70,833	0,0773
Черкесск	75	480	156,25	СВ	Коноково	120	900	133,333	0,0433
Чертково	30	900	33,333	0	Шептуховка	65	420	154,762	0,1843
Шахтная	70	600	116,667	СС	Сулин	65	720	90,278	0,2705
Шептуховка	65	420	154,762	СВ	Мальчевская	70	600	116,667	0,5159

14 Попытка полной кластеризации - Excel

Вход

Файл Главная Вставка Разметка страницы Формулы Данные Рецензирование Вид Справка Что вы хотите сделать? Общий доступ

S264 0,0002

Таблица 5 - расчет коэффициентов гравитации (максимум в столбцах)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35											
	Блок	152	50	115,8	65	155	150	120	150	202	213	65	120	70	30	32	30	50	69	65	55	45	42	144	100	100	30	50	100	120	100	20	100	46	166,8	155										
131	АЗОВ	1	152	0	0,0167	0,0112	0,004	0,0036	0,0107	0,0493	0,0086	0,0212	0,0053	0,0109	0,0023	0,0102	0,0016	0,0052	0,0034	0,0029	0,0018	0,0029	0,0076	0,004	0,0042	0,0145	0,0024	0,0081	0,0005	0,0025	0,0206	0,0149	0,5263	0,0057	0,0022	0,0422	0,012	0,0089								
132	АЛБАШИ	2	0,0167	0,0112	0,004	0,0036	0,0107	0,0493	0,0086	0,0212	0,0053	0,0109	0,0023	0,0102	0,0016	0,0052	0,0034	0,0029	0,0018	0,0029	0,0076	0,004	0,0042	0,0145	0,0024	0,0081	0,0005	0,0025	0,0206	0,0149	0,0057	0,0022	0,0422	0,012	0,0089	0,0057	0,0022	0,0422	0,012	0,0089						
133	АНГЕЛИНСКАЯ	3	0,0172	0,0011	0,0029	0,0058	0,0083	0,0039	0,0016	0,0423	0,0007	0,0025	0,0014	0,0008	0,0064	0,0006	0,0005	0,0008	0,0013	0,0017	0,0011	0,0027	0,0074	0,0002	0,0007	0,0302	0,0026	0,015	0,0008	0,0007	0,0035	0,0024	0,0025	0,0035	0,0024	0,0025	0,0035	0,0024	0,0025	0,0035	0,0024	0,0025				
134	АНДРЕЙМИТРИЕВКА	4	0,0171	0,0031	0,0028	0,0083	0,0055	0,0069	0,0109	0,0041	0,0018	0,0078	0,0177	0,001	0,3589	0,0009	0,0009	0,0014	0,0023	0,0015	0,0051	0,0033	0,0037	0,0018	0,0027	0,0004	0,0019	0,0119	0,0075	0,0086	0,0008	0,0017	0,0027	0,0035	0,007	0,0031	0,0035	0,007	0,0031	0,0035	0,007					
135	АПОЛОНСКАЯ	5	0,0011	0,0031	0,0028	0,0083	0,0055	0,0069	0,0109	0,0041	0,0018	0,0078	0,0177	0,001	0,3589	0,0009	0,0009	0,0014	0,0023	0,0015	0,0051	0,0033	0,0037	0,0018	0,0027	0,0004	0,0019	0,0119	0,0075	0,0086	0,0008	0,0017	0,0027	0,0035	0,007	0,0031	0,0035	0,007	0,0031	0,0035	0,007					
136	АРМАВИР-РОСТОВСКИЙ	6	0,0029	0,0083	0,9216	0,0194	0,0075	0,0166	0,0038	0,0126	0,0056	0,0093	0,0213	0,0021	0,0021	0,0025	0,002	0,0021	0,0046	0,0031	0,0141	0,0022	0,00945	0,0037	0,0291	0,0081	0,0008	0,011	0,0027	0,0081	0,0042	0,0027	0,0081	0,0042	0,0027	0,0081	0,0042	0,0027	0,0081	0,0042	0,0027					
137	АТАМАН	7	0,0049	0,0058	0,0055	0,0029	0,0027	0,0075	0,0053	0,0039	0,0047	0,0017	0,0069	0,0009	0,0022	0,0016	0,0058	0,0013	0,0021	0,0034	0,0028	0,0029	0,0447	0,0017	0,0057	0,0004	0,0018	0,0084	0,0249	0,0462	0,0021	0,0018	0,1363	0,028	0,0064	0,0018	0,0064	0,0018	0,0064	0,0018	0,0064					
138	АХТЫРСКАЯ	8	0,0086	0,0083	0,0087	0,0061	0,0046	0,0166	0,0053	0,0217	0,0068	0,0214	0,0029	0,0193	0,0446	0,0009	0,0151	0,0015	0,0023	0,0041	0,0014	0,0129	0,0073	0,0065	0,003	0,0091	0,0007	0,0036	0,0081	0,0154	0,0064	0,0007	0,0028	0,0021	0,0059	0,0133	0,0059	0,0133	0,0059	0,0133	0,0059					
139	БЕЛОГЛИНСКАЯ	9	0,0039	0,0111	0,0134	0,008	0,0386	0,0553	0,0217	0,0121	0,0073	0,0049	0,0721	0,0027	0,0018	0,0033	0,0093	0,004	0,0082	0,0038	0,0169	0,0199	0,0692	0,0053	0,0322	0,0011	0,0074	0,0063	2,5041	0,0166	0,0015	0,0048	0,0125	0,0443	0,0286	0,0166	0,0015	0,0048	0,0125	0,0443	0,0286	0,0166				
140	БЛАГОДАРНОЕ	10	0,0053	0,0016	0,0041	0,0048	0,0434	0,0126	0,0039	0,0068	0,0121	0,0121	0,2398	0,0051	0,001	0,0007	0,0012	0,0012	0,0263	0,0036	0,0011	0,0046	0,0048	0,0036	0,0461	0,0051	0,0044	0,003	0,0024	0,008	0,0038	0,0005	0,0704	0,0014	0,0047	0,0467	0,0014	0,0047	0,0467	0,0014	0,0047	0,0467				
141	БРЮХОВЕЦКАЯ	11	0,0109	0,0423	0,0815	0,0021	0,0017	0,0056	0,0047	0,0214	0,0073	0,0026	0,0011	0,0057	0,0035	0,0008	0,0461	0,0006	0,0009	0,0015	0,0012	0,0038	0,0023	0,0026	0,0111	0,0218	0,0003	0,0013	0,0139	0,0051	0,0089	0,0007	0,0011	0,0025	0,0024	0,0046	0,0025	0,0024	0,0046	0,0025	0,0024	0,0046				
142	БУДЕНОВСКАЯ	12	0,0023	0,0007	0,0018	0,0035	0,0625	0,0093	0,0017	0,0029	0,0049	0,2398	0,0011	0,002	0,0002	0,0005	0,0005	0,0006	0,0469	0,0025	0,0005	0,0017	0,0019	0,0021	0,0119	0,0022	0,0046	0,0021	0,0011	0,0032	0,0017	0,0002	0,24	0,0006	0,0021	0,137	0,0006	0,0021	0,137	0,0006	0,0021	0,137				
143	БУРСАК	13	0,0023	0,0007	0,0018	0,0035	0,0625	0,0093	0,0017	0,0029	0,0049	0,2398	0,0011	0,002	0,0002	0,0005	0,0005	0,0006	0,0469	0,0025	0,0005	0,0017	0,0019	0,0021	0,0119	0,0022	0,0046	0,0021	0,0011	0,0032	0,0017	0,0002	0,24	0,0006	0,0021	0,137	0,0006	0,0021	0,137	0,0006	0,0021	0,137				
144	ВАРЕНИКОВСКАЯ	14	0,0016	0,0014	0,0178	0,0008	0,0007	0,0021	0,0009	0,0446	0,0027	0,001	0,0035	0,0005	0,0019	0,002	0,0002	0,0031	0,0002	0,0003	0,0006	0,0003	0,0012	0,0008	0,0009	0,0005	0,0006	0,0001	0,0005	0,0015	0,0018	0,0012	0,0001	0,0004	0,0004	0,0009	0,0017	0,0004	0,0009	0,0017	0,0004	0,0009				
145	ВАСИЛЬВСКИЙ	15	0,0052	0,0008	0,001	0,0004	0,0005	0,001	0,0022	0,0009	0,0018	0,0007	0,0008	0,0003	0,0008	0,0002	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,00148	0,0004	0,0004	0,0012	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003			
146	ВЕЛИЧНОВА	16	0,0034	0,0064	0,3595	0,0009	0,0008	0,0025	0,0016	0,0151	0,0033	0,0012	0,0461	0,0005	0,0025	0,0031	0,0003	0,0003	0,0004	0,0007	0,0004	0,0016	0,001	0,0011	0,0005	0,0092	0,0001	0,0006	0,0038	0,0022	0,0027	0,0002	0,0005	0,0008	0,001	0,002	0,0005	0,0008	0,001	0,002	0,0005	0,0008	0,001	0,002		
147	ВОЛГОДОНСКАЯ	17	0,0029	0,0006	0,0009	0,0008	0,0008	0,002	0,0053	0,0015	0,0033	0,0012	0,0006	0,0006	0,0016	0,0002	0,0003	0,0003	0,0004	0,0006	0,0005	0,0007	0,0007	0,0465	0,0006	0,0015	0,0001	0,0005	0,001	0,0046	0,0021	0,0002	0,0005	0,0016	0,0472	0,0018	0,0018	0,0018	0,0018	0,0018	0,0018	0,0018	0,0018	0,0018		
148	ГЕОРГИЕВСКИЙ	18	0,0018	0,0005	0,0014	0,0039	0,6521	0,0111	0,0013	0,0023	0,004	0,0262	0,0099	0,0469	0,017	0,0002	0,0004	0,0004	0,0025	0,0004	0,0004	0,0016	0,002	0,0016	0,0024	0,0017	0,0008	0,0022	0,0008	0,0027	0,0013	0,0002	0,1782	0,0005	0,0015	0,0042	0,0005	0,0015	0,0042	0,0005	0,0015	0,0042	0,0005	0,0015		
149	ГИГИНСКАЯ	19	0,0029	0,0008	0,0008	0,0023	0,055	0,0046	0,0675	0,0021	0,0041	0,0082	0,0036	0,0015	0,0025	0,0039	0,0006	0,0003	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005		
150	ГЛУБОКАЯ	20	0,0076	0,0013	0,0015	0,0007	0,0008	0,016	0,0034	0,0014	0,0028	0,0011	0,0012	0,0005	0,0012	0,0003	0,0148	0,0004	0,0005	0,0004	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	
151	ГРЕЧИШКИНО	21	0,004	0,0017	0,0052	0,01	0,003	0,0351	0,0028	0,0129	0,0169	0,0046	0,0038	0,0017	0,0104	0,0012	0,0004	0,0016	0,0007	0,0016	0,0044	0,0006	0,0047	0,0047	0,0034	0,0015	0,0127	0,0004	0,0043	0,0018	0,0134	0,0031	0,0003	0,0017	0,001	0,0029	0,0194	0,001	0,0029	0,0194	0,001	0,0029	0,0194	0,001	0,0029	0,0194
152	ГУЛЬБЕВИЧИ	22	0,0042	0,0011	0,0033	0,0243	0,0037	0,1165	0,0029	0,0073	0,0199	0,0048	0,0023	0,0019	0,0133	0,0008	0,0004	0,001	0,0007	0,0012	0,0073	0,0006	0,0047	0,0047	0,0036	0,0021	0,0166	0,0005	0,0079	0,0013	0,0164	0,0033	0,0003	0,0021	0,001	0,0023	0,0242	0,001	0,0023	0,0242	0,001	0,0023	0,0242	0,001	0,0023	0,0242
153	ДВОЙНАЯ	23	0,0145	0,0027	0,0037	0,0035	0,0032	0,0092	0,0447	0,0065	0,0692	0,0036	0,0026	0,0011	0,0085	0,000																														

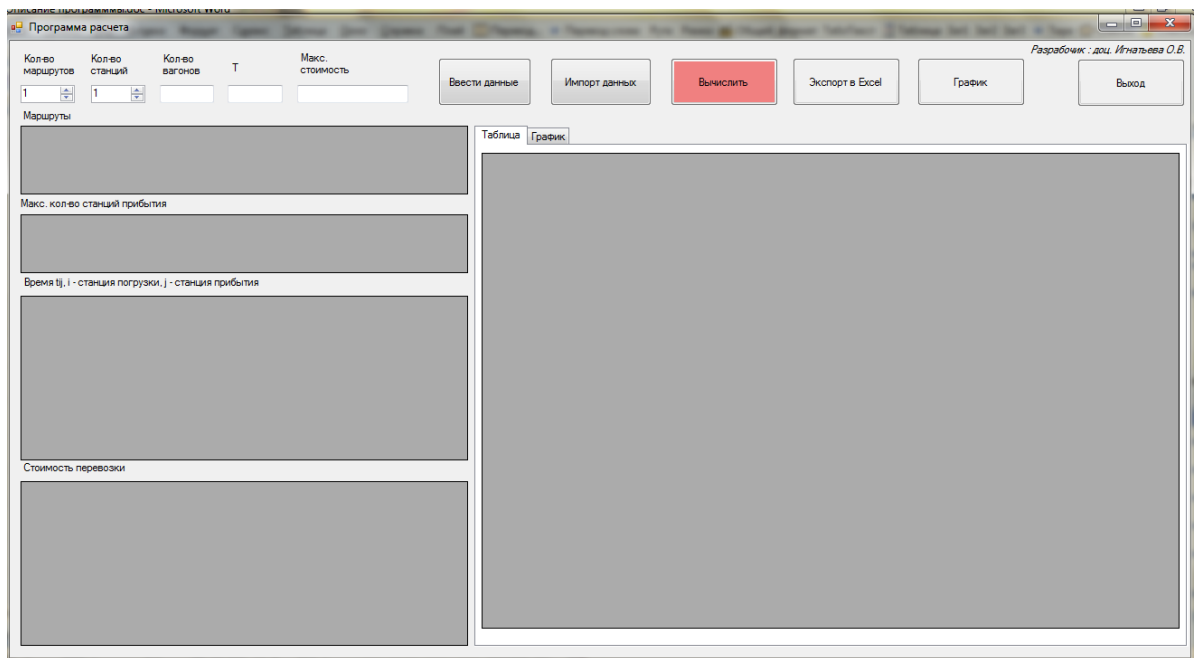


Рисунок П3.1 – Окно программы расчетов стоимостей перевозок

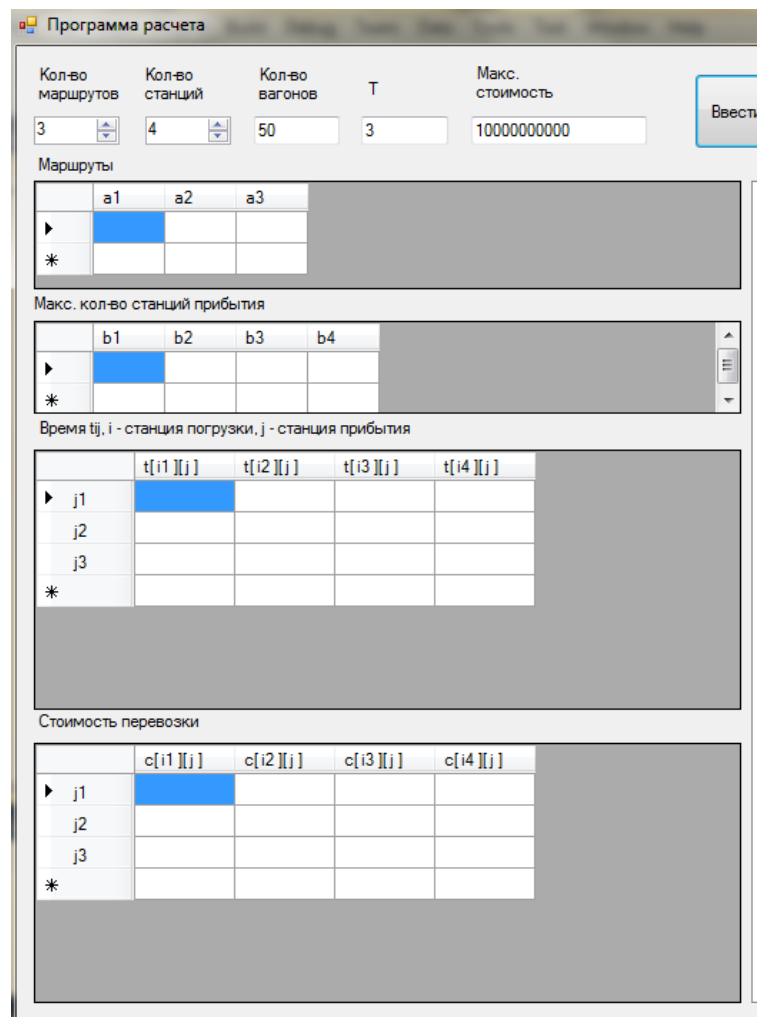


Рисунок П3.2 – Ввод исходных данных

№	y11	y12	y13	y21	y22	y23	y31	y32	y33	y41	y42	y43	y51	y52	y53	y1	y2	y3	T	C
1	0	0	3	0	0	3	0	2	1	0	3	0	0	0	3	0	5	10	2.28	3.85E+07
2	0	0	3	0	0	3	0	2	1	1	2	0	0	0	3	1	4	10	2.28	3.81E+07
3	0	0	3	0	0	3	0	2	1	2	1	0	0	0	3	2	3	10	2.28	3.76E+07
4	0	0	3	0	0	3	0	2	1	3	0	0	0	0	3	3	2	10	2.28	3.72E+07
5	0	0	3	0	0	3	1	1	1	1	0	3	0	0	3	1	4	10	2.28	3.68E+07
6	0	0	3	0	0	3	1	1	1	1	2	0	0	0	3	2	3	10	2.28	3.64E+07
7	0	0	3	0	0	3	1	1	1	2	1	0	0	0	3	3	2	10	2.28	3.59E+07
8	0	0	3	0	0	3	1	1	1	3	0	0	0	0	3	4	1	10	2.28	3.55E+07
9	0	0	3	0	0	3	2	0	1	0	3	0	0	0	3	2	3	10	2.28	3.52E+07
10	0	0	3	0	0	3	2	0	1	1	2	0	0	0	3	3	2	10	2.28	3.47E+07
11	0	0	3	0	0	3	2	0	1	2	1	0	0	0	3	4	1	10	2.28	3.43E+07
12	0	0	3	0	0	3	2	0	1	3	0	0	0	0	3	5	0	10	2.28	3.38E+07
13	0	0	3	0	0	3	3	0	0	3	0	0	0	0	3	6	0	9	2.28	3.35E+07
14	0	0	3	1	0	2	2	0	1	3	0	0	0	0	3	6	0	9	2.28	3.35E+07
15	0	0	3	1	0	2	3	0	0	3	0	0	0	0	3	7	0	8	2.28	3.33E+07
16	0	0	3	2	0	1	3	0	0	3	0	0	0	0	3	8	0	7	2.28	3.30E+07
17	0	0	3	3	0	0	2	0	1	3	0	0	0	0	3	8	0	7	2.11	3.30E+07
18	0	0	3	3	0	0	3	0	0	3	0	0	0	0	3	9	0	6	2.11	3.27E+07
19	0	0	3	3	0	0	3	0	0	3	0	0	0	0	3	9	1	5	2.11	3.25E+07

Рисунок П3.3 – Экспорт данных расчетов в приложение MS Excel

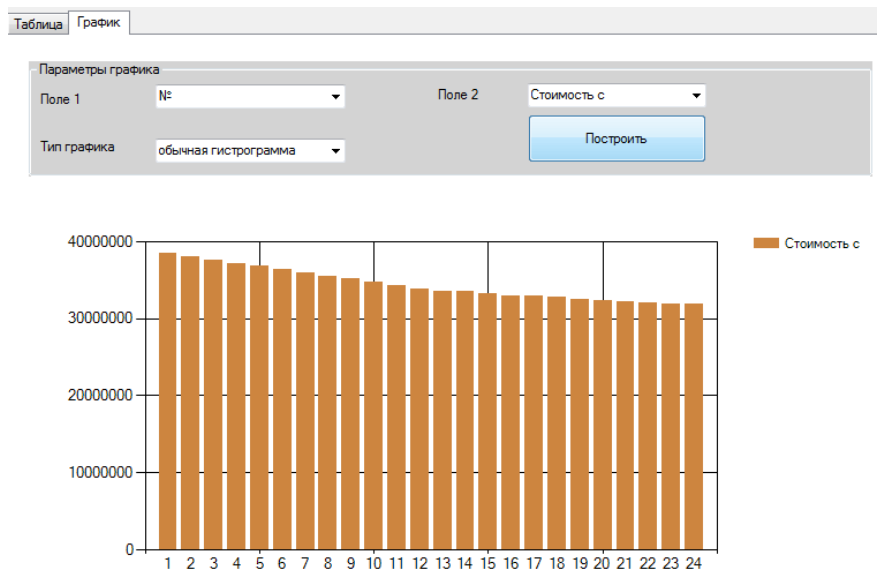


Рисунок П3.4 – Построение гистограммы по результатам расчетов программы

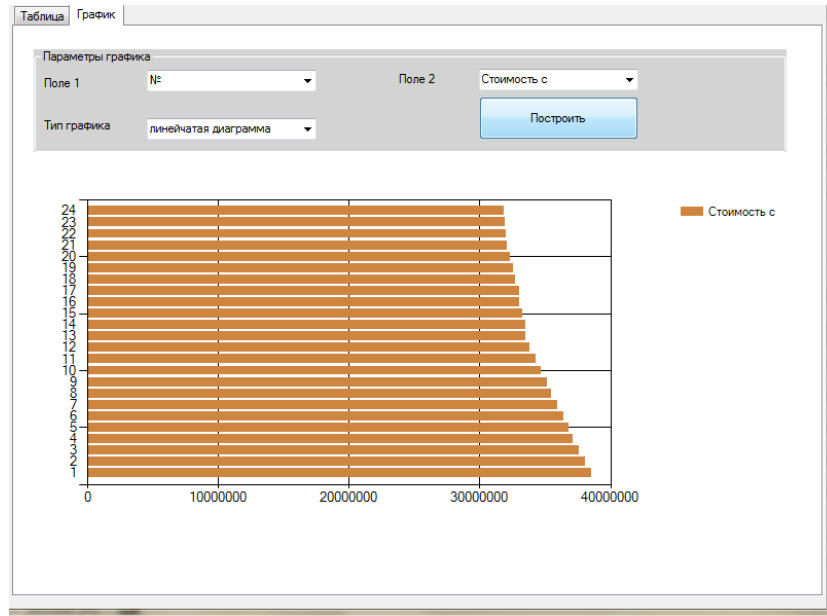


Рисунок П3.5 – Построение линейчатой гистограммы по результатам расчетов программы

Акты внедрения



ФИЛИАЛ ОАО «РЖД»
**ЦЕНТР ФИРМЕННОГО
 ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ
 СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ
 ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
 ФИРМЕННОГО ТРАНСПОРТНОГО
 ОБСЛУЖИВАНИЯ**

Привокзальная пл. 1/2,
 г. Ростов-на-Дону, 344001
 Тел.: (863) 259-50-06, факс: (863) 259-09-80

« _____ » _____ г. № _____

На № _____ от _____

«УТВЕРЖДАЮ»

Начальник СК ТЦФТО

А.И. Скандцева

« 20 » 02 2020 г.



АКТ

о практической значимости результатов диссертационной работы на соискание ученой степени кандидата технических наук Кравец Александры Сергеевны

Рассмотрев результаты научных исследований А.С. Кравец Северо-Кавказский территориальный центр фирменного транспортного обслуживания пришел к заключению о практической значимости работы диссертанта для совершенствования его производственной деятельности и увеличения спроса на услуги ОАО «РЖД» на полигоне Северо-Кавказской железной дороги.

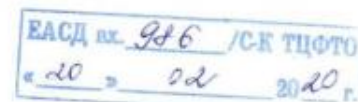
Кравец А.С. разработана система временных критериев оценки эффективности перевозочного процесса. Сформулирован алгоритм и программный комплекс распределения грузопотоков в транспортно-технологической системе для организации транспортировки насыпных грузов.

Автором разработаны рекомендации по повышению эффективности продвижения товаров, относящихся к номенклатуре насыпных грузов, с целью повышения качества обслуживания клиентов ОАО «РЖД», а также предложен метод расчета параметров плана распределения для ключевых клиентов.

Данная работа может быть использована для различных участников транспортного рынка (грузоотправители, трейдеры, операторы подвижного состава, владельцы инфраструктуры). Практические результаты работы заключаются в формировании предложений по заключению договоров грузоотправителей с ОАО «РЖД» на перевозку грузов.

Главный инженер СК ТЦФТО

И.М. Малютин



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

Общество с ограниченной ответственностью
 «РОСТОВСКИЙ КОМБИНАТ ХЛЕБОПРОДУКТОВ»

344002 г. Ростов-на-Дону
 ул. Шоссейная, 47 н

ИНН 6164211516/КПП 616401001

Телефон: (863) 240-56-10

Факс: (863) 262-58-29

" 19 "февраля 2020г. № _____

№ _____ от _____

Заключение
о полезности результатов диссертационной работы
на соискание ученой степени кандидата технических наук
Кравец Александры Сергеевны

Рассмотрев результаты научного исследования А.С. Кравец пришли к заключению, что отдельные разделы диссертации имеют практическую полезность для производственной деятельности предприятия ООО «Ростовский КХП» в части:

- формирования мест концентрации погрузки зерновых грузов с линейных элеваторов на основе оценки динамики грузовой массы и экономической целесообразности;
- применения экономико-математической модели выбора рациональных вариантов распределения зерновых грузопотоков для равномерной загрузки грузовых фронтов предприятия.

В результате исследований, выполненных А.С. Кравец, на основе программного комплекса представлены практические рекомендации по повышению качества транспортного обслуживания предприятия.

Зам.генерального директора
 по транспорту ООО «Ростовский КХП»



И.А. Степовой



**ФИЛИАЛ ОАО «РЖД»
СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ
ЖЕЛЕЗНАЯ ДОРОГА**

УТВЕРЖДАЮ
Начальник Северо-Кавказской
дирекции управления движением –
структурного подразделения
Центральной дирекции управления
движением – филиала ОАО «РЖД»



В.В. Петрук

2020г.

АКТ

**о практической значимости результатов диссертационной работы
«Развитие методов технологического взаимодействия предприятий в региональных
системах транспортировки насыпных грузов», представленной на соискание ученой
степени кандидата технических наук Кравец Александры Сергеевны**

Комиссия, рассмотрев результаты диссертационной работы А.С. Кравец, составила настоящий акт о том, что автором разработаны практические рекомендации позволяющие:

1 – ранжировать станции погрузки на полигоне дороги по показателю погрузочной емкости на основе схемы выбора альтернатив для формирования и погрузки маршрутных отправок насыпных грузов в адрес припортовых станций;

2 – формировать план распределения (маршрутизации) железнодорожных перевозок насыпных грузов на основе разработанной экономико-математической модели, позволяющей в оперативном порядке решать вопросы продвижения вагонопотоков в условиях ограничения пропускных способностей;

3 – повысить уровень маршрутизации железнодорожных перевозок в адрес портов, за счет расширения направлений применения технологии «Грузовой экспресс» в условиях многооператорского рынка подвижного состава за счет сокращения пробега подвижного состава для обеспечения ритмичности перевозочного процесса.

Результаты научных исследований имеют практическую значимость, реализованы в алгоритме и программном комплексе распределения маршрутных вагонопотоков на припортовой железной дороге.

Главный инженер Северо-Кавказской
дирекции управления движением –
структурного подразделения Центральной
дирекции управления
движением – филиала ОАО «РЖД»

А.И. Колобов

ООО «ЮРПРОФИ ЦЕНТР»
ИНН 7710629484 ОГРН 1067746631061
109431, г.Москва, ул.Привольная, д.70 корп.1
e-mail: ur2018profi@yandex.ru

Заключение
о практической значимости результатов диссертационной работы
на соискание ученой степени кандидата технических наук
Кравец Александры Сергеевны

Взаимоотношения клиентов и перевозчиков на рынке транспортных услуг предполагает создание особых условий вывоза проданных товаров с мест их дислокации. Научное исследование А.С. Кравец включает в себя разработку методики распределения грузопотоков насыпных грузов в региональной транспортно-технологической системе на основе комплексного подхода с применением принципов клиентоориентированности и мультиагентности, что позволяет улучшить качество транспортного обслуживания и повысить уровень конкуренции на транспортном рынке.

Автором разработана система временных критериев оценки перевозочного процесса в транспортно-технологической системе. Обозначены возможности модификации системы критериев в зависимости от условий осуществления перевозочного процесса и видов транспорта. Сформулирован алгоритм и программный комплекс распределения грузопотоков в транспортно-технологической системе для организации транспортировки насыпных грузов от биржевого покупателя в адрес потребителя.

На основании выполненных исследований, А.С Кравец разработаны для ООО «ЮРПРОФИ центр» - брокерской компании, аккредитованной на ПАО «Санкт-Петербургская биржа» практические рекомендации по повышению эффективности продвижения грузопотоков при обеспечении принципа клиентоориентированности от биржевого покупателя до конечного потребителя с целью повышения качества обслуживания клиентов при совершении сделок, а также повышения конкуренции среди транспортных компаний на этапе планирования и реализации биржевых регламентов.

Генеральный директор
ООО «ЮРПРОФИ центр»



Е.М. Потапова



РОСЖЕЛДОР
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Ростовский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО РГУПС)

пл. Ростовского Стрелкового Полка Народного Ополчения, д. 2, г. Ростов-на-Дону, 344038
 Тел. (863) 245-06-13, Факс (863) 255-32-83, 245-06-13, E-mail: up_del@dep.rgups.ru
 ОКПО 01116006, ОГРН 1026103709499, ИНН/КПП 6165009334/616501001



Проректор по учебной работе –
 начальник УМУ ФГБОУ ВО РГУПС

М.А. Кравченко

2020 г.

АКТ

об использовании результатов диссертационного исследования Кравец Александры Сергеевны
 «Развитие методов технологического взаимодействия предприятий
 в региональных системах транспортировки насыпных грузов»
 в учебном процессе ФГБОУ ВО РГУПС

Мы, нижеподписавшиеся, декан факультета «Управление процессами перевозок», к.т.н., доцент Колобов И.А., начальник отдела докторантуры и аспирантуры, к.т.н., доцент Костюков А.В. составили настоящий акт о том, что результаты диссертационного исследования на соискание ученой степени кандидата технических наук Кравец Александры Сергеевны используются в учебном процессе 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» при разработке учебно-методических комплексов, научно-исследовательской работе, курсовом и дипломном проектировании.

Основные положения и выводы диссертационного исследования были апробированы в рамках студенческих научно-практических конференций, семинаров кафедр «Управление эксплуатационной работой», «Станции и грузовая работа» ФГБОУ ВО РГУПС и нашли свое отражение в следующих опубликованных работах:

1. Кравец, А. С. Компьютерный практикум по организации и управлению на железнодорожном транспорте: учеб. пособие / А. С. Кравец, Е. А. Чеботарева, А. Г. Кулькин. - ФГБОУ ВО РГУПС. Ростов н/Д, 2017.
2. Кравец, А. С. Компьютерный практикум по организации и управлению на железнодорожном транспорте: метод. указ. для выполнения контрол., лаб., практ. и самостоят. работ / А. С. Кравец, Е. А. Чеботарева. - ФГБОУ ВО РГУПС. Ростов н/Д, 2017.
3. Кравец, А. С. Аутсорсинг на магистральном транспорте: учеб.-метод. пособие для практ. занятий, выполнения контрол. и самостоят. работы / А. С. Кравец, Е. А. Чеботарева. - ФГБОУ ВО РГУПС. Ростов н/Д, 2017.

Декан факультета «УПП»
 ФГБОУ ВО РГУПС,
 к.т.н., доцент

И.А. Колобов

Начальник отдела «Д и А»
 ФГБОУ ВО РГУПС,
 к.т.н., доцент

А.В. Костюков