



На правах рукописи

**РАХМАНГУЛОВ АЛЕКСАНДР НЕЛЬЕВИЧ**

**МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ  
ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ  
ПРОМЫШЛЕННЫХ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ  
СИСТЕМ**

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

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание ученой степени  
доктора технических наук

18 АПР 2013

Москва – 2013

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Московский государственный университет путей сообщения» (МГУПС (МИИТ))

Научный консультант – доктор технических наук, доцент  
**Багинова Вера Владимировна**

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор

**Кутыркин Александр Васильевич** (МИИТ, профессор)

доктор технических наук, профессор

**Ефименко Юрий Иванович** (ПГУПС, зав. кафедрой)

доктор технических наук, профессор

**Шмулевич Михаил Израилевич** (Промтрансниипроект, нач. отдела)

Ведущая организация – ФГБОУ ВПО «Уральский государственный университет путей сообщения» (г. Екатеринбург)

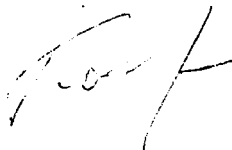
Защита состоится «24» апреля 2013 г. в 14 часов на заседании диссертационного совета Д 218.005.09 при Московском государственном университете путей сообщения (МГУПС (МИИТ)) по адресу: 127994, ГСП-4, г. Москва, ул. Образцова, 9, строение 9, ауд. 1235.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке университета.

Автореферат разослан «21» марта 2013 г.

Отзывы на автореферат, заверенные гербовой печатью организации (в двух экземплярах), просим направлять по адресу университета.

Ученый секретарь  
диссертационного Совета  
доктор технических наук, профессор

 В.А. Козырев

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность исследуемой проблемы и степень ее разработанности.** Развитие рынка предложения транспортных услуг в России в настоящее время характеризуется увеличением количества организаций – перевозчиков, в том числе, владеющих собственным подвижным составом, чему в значительной степени способствует реформа транспортной системы и, в частности, структурная реформа федерального железнодорожного транспорта. Главной тенденцией рынка перевозок является повышение требований предприятий к качеству транспортного обслуживания. В целях сокращения издержек, клиенты транспорта стремятся уменьшить размер транспортных партий и повысить степень своевременности их доставки.

Отмеченные тенденции являются объективной причиной усложнения структуры грузопотоков, с одной стороны, и повышения требований к качеству управления перевозками, с другой.

Одним из основных факторов, ограничивающим повышение качества перевозок в условиях роста сложности структуры грузопотоков, является недостаточный уровень согласованности взаимодействия магистральных видов транспорта и транспорта необщего пользования на участках непосредственного транспортного обслуживания производства и в транспортных узлах. Только при взаимодействии магистрального и промышленного железнодорожного транспорта металлургических предприятий в результате несогласованных действий теряется до 1,5 млрд. руб. в год в среднем для одного предприятия.

Сложность проблемы повышения уровня организации взаимодействия производства, магистрального транспорта и транспорта необщего пользования обусловлена как объективными производственными причинами: разницей длительности технологических циклов и отдельных операций технологических процессов на производстве и транспорте; различиями применяемых способов и методов оперативного регулирования производственных и транспортных процессов, так и организационными: недостаточностью информационного взаимодействия; структурным и функциональным несоответствием систем управления; рассогласованностью стратегий развития.

Эффективной формой взаимодействия производства и транспорта крупных промышленных предприятий являются промышленные транспортно-технологические системы (ТТС), в частности железнодорожные ТТС. Однако существующие подходы к организации ТТС не учитывают современные тен-

денции усложнения структуры грузопотоков и повышения требований клиентов транспорта к качеству перевозок.

В связи с этим, совершенствование методологии организации взаимодействия элементов железнодорожных транспортно-технологических систем является актуальной научно-производственной проблемой.

**Цель работы.** Разработка методологии организации функционирования железнодорожных промышленных транспортно-технологических систем на основе комплексного использования методов транспортной логистики, позволяющей обеспечивать потребный уровень качества грузовых перевозок в условиях увеличения сложности структуры и неравномерности вагонопотоков.

**Идея работы** заключается в представлении железнодорожных промышленных ТТС как транспортно-логистических систем и комплексном использовании методов транспортной логистики для организации эффективного функционирования промышленных ТТС.

**Объект исследования** – железнодорожные промышленные транспортно-технологические системы.

**Предмет исследования** – теория и методология организации функционирования железнодорожных промышленных транспортно-технологических систем.

**Реализация целей исследования включает решение следующих задач:**

1. Исследование научного, методического и практического опыта организации функционирования железнодорожных промышленных ТТС.
2. Выявление основных параметров ТТС и внешних инфраструктурных факторов, оказывающих существенное влияние на качество грузовых перевозок в процессе транспортного обслуживания производства.
3. Систематизация методов транспортной логистики и формирование комплекса логистических методов организации функционирования железнодорожных промышленных ТТС.
4. Разработка теоретико-методологических основ совершенствования организации продвижения транспортных потоков в ТТС на основе сформированного комплекса логистических методов.
5. Разработка интегрального критерия эффективности функционирования железнодорожных промышленных ТТС в рыночных условиях.
6. Разработка комбинированной аналитико-имитационной модели оптимизации параметров транспортных и ресурсных потоков ТТС.

7. Совершенствование методики усиления пропускной и перерабатывающей способности железнодорожных станций и перегонов в промышленной ТТС, реализация которой обеспечивает эффективный пропуск и переработку грузо- и вагонопотоков потребной структуры и мощности.

8. Определение эффективности внедрения разработанного комплекса методов при совершенствовании системы организации вагонопотоков в ТТС на примере железнодорожного транспорта металлургического предприятия.

**Научную повизну исследования составляют:**

1. Принципы организации эффективного функционирования промышленных транспортно-технологических систем:

- динамическая сбалансированность мощности транспортных и ресурсных потоков с пропускной способностью и вместимостью элементов транспортной инфраструктуры;

- оптимальная по критерию минимума суммарных транспортных затрат и потерь потребителей транспортной продукции последовательность снятия ограничений в пропуске и переработке транспортных и ресурсных потоков в ТТС;

- программно-целевое формирование системы организации продвижения грузо- и вагонопотоков в ТТС, основанное на учете инфраструктурных возможностей региона расположения ТТС.

2. Комплекс транспортно-логистических методов обеспечения сбалансированности мощности транспортных и ресурсных потоков с пропускной и перерабатывающей способностью инфраструктурных элементов ТТС.

3. Теория организации железнодорожных промышленных ТТС в условиях нестационарности структуры и мощности грузопотоков, а также растущих требований клиентов транспорта к качеству перевозки грузов, основанная на комплексе транспортно-технологических моделей и методов.

4. Интегральный критерий эффективности взаимодействия элементов железнодорожных промышленных ТТС, базирующийся на оценке показателей качества грузовых перевозок и транспортных затрат.

5. Комбинированная аналитико-имитационная модель ТТС, объединяющая системно-динамические и дискретно-событийные имитационные модели с комплексом оптимизационных математических моделей.

6. Развитие методики усиления пропускной и перерабатывающей способности железнодорожных станций и перегонов в промышленных ТТС, реализу-

ющей новый комплекс транспортно-логистических методов.

7. Новый подход к разработке информационных систем ТТС, основанный на реализации логистической концепции управления её ресурсами.

**Теоретическая значимость** заключается в разработанной методологии организации функционирования железнодорожных промышленных транспортно-технологических систем, включающей в себя принципы, комплекс транспортно-логистических методов, комбинированную аналитико-имитационную модель, в совокупности учитывающих требования клиентов транспорта к качеству грузовых перевозок.

**Практическая значимость** заключается в разработке комплекса методов и методик, позволяющих:

- производить оценку качества транспортного обслуживания;
- формировать механизм управления транспортными и ресурсными потоками на различных организационных уровнях функционирования ТТС;
- повышать качество транспортного обслуживания предприятий посредством снижения задержек в пропуске транспортных потоков и простоя инфраструктурных элементов в ТТС;
- разрабатывать программы усиления пропускной и перерабатывающей способности железнодорожных станций и перегонов железнодорожных промышленных ТТС;
- разрабатывать концептуальные схемы информационных систем оперативного (диспетчерского) управления параметрами транспортных потоков и создавать математическое обеспечение таких систем.

**Методологической основой** исследования являются структурно-функциональный и системный анализ, научные методы и методический аппарат транспортной логистики, метод анализа иерархий, методы математической статистики, теории нечетких множеств, математического и имитационного моделирования.

**Методической основой** явились труды отечественных и зарубежных ученых в области теории развития транспортных систем, управления транспортными процессами, транспортной логистики В.М. Акулиничева, В.И. Арсёнова, Б.А. Лёвина, В.В. Багиновой, В.В. Виноградова, Е.П. Дудкина, Ю.И. Ефименко, А.Я. Калининченко, В.П. Клепикова, В.И. Галахова, П.А. Козлова, В.И. Колесникова, А.В. Кутыркина, С.Н. Корнилова, Р.Г. Леонтьева, Л.Б. Миротина, Э.А. Мамаева, С.М. Резера, Н.К. Исингарина, А.Т. Осьминина, В.А. Персианова,

П.В. Куренкова, П.А. Козлова, Т.А. Прокофьевой, А.Т. Попова, С.В. Трофимова, В.А. Шарова, В.Г. Шубко, В.И. Николашина, М.И. Шмулевича и других.

**Положения, выносимые на защиту.**

1. Уровень качества грузовых железнодорожных перевозок определяется уровнем организации функционирования железнодорожных промышленных ТТС. Уровни организации ТТС характеризуются качественно различающимися по сложности функциями управления транспортно-логистическими потоками, а также параметрами этих потоков.

2. Обеспечение потребного уровня качества грузовых железнодорожных перевозок в условиях повышения сложности структуры и неравномерности вагонопотоков достигается в результате динамической сбалансированности мощности транспортных и ресурсных потоков с пропускной способностью и вместимостью элементов транспортной инфраструктуры.

3. Функционирование ТТС на определенном уровне организации обеспечивается реализацией разработанного комплекса транспортно-логистических методов, включающего в себя методы: оптимального распределения ресурсов, вагонопотоков; управления резервами пропускной способности и вместимости транспортных устройств; оптимизации структуры и маршрутов продвижения вагонопотоков в ТТС; усиления пропускной и перерабатывающей способности элементов ТТС на уровне регионов; выбора мест размещения элементов макрологистических ТТС.

4. Интегральный критерий эффективности взаимодействия элементов железнодорожных промышленных ТТС определяет стратегическую цель системы – повышение качества транспортного обслуживания (своевременности грузовых перевозок) путем целенаправленного уменьшения величины транспортно-грузовых партий клиентов, с учетом ресурсных ограничений.

5. Для выбора и реализации транспортно-логистических методов организации функционирования ТТС целесообразно использовать комбинированную аналитико-имитационную модель системы транспортных и ресурсных потоков, включающую в себя комплекс математических оптимизационных моделей и комбинацию дискретно-событийных (на низших уровнях организации) и системно-динамических (на высших уровнях организации) имитационных моделей.

6. Методика усиления пропускной и перерабатывающей способности железнодорожных станций и перегонов в промышленных ТТС предусматривает

последовательную реализацию разработанного комплекса методов организации функционирования ТТС, а также учитывает влияние внешних инфраструктурных факторов.

7. Повышение эффективности информационного взаимодействия элементов ТТС, относящихся к различным организационным уровням, обеспечивается в результате унификации структуры информационных потоков в информационно-управляющих системах ТТС.

**Обоснованность и достоверность** научных положений, выводов и рекомендаций подтверждаются: представительным объемом экспериментальных и расчетных данных, широкой апробацией результатов исследований на транспортных предприятиях и в транспортных подразделениях промышленных предприятий, соответствием полученных результатов показателям функционирования железнодорожных цехов и управлений промышленных предприятий.

**Реализация результатов исследования.** Результаты работы использованы при создании логистической системы управления внешними и внутренними вагонопотоками ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» (ОАО «ММК»), при разработке проектов развития транспортной инфраструктуры железнодорожных цехов ОАО «Белорецкий металлургический комбинат», ОАО «Трест Магнитострой», ОАО «ММК-Метиз», ОАО «Уральская сталь» (г. Новотроицк), ОАО «Челябинский металлургический комбинат», при разработке информационных систем диспетчерского управления перевозками ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат», ЗАО «Южуралавтобан» (г. Магнитогорск), при создании системы управления персоналом горно-обогатительного производства ОАО «ММК».

**Апробация работы.** Основные положения и научные результаты работы докладывались и обсуждались на конференциях «Повышение надежности технических средств и совершенствование технологии эксплуатационной работы на Куйбышевской железной дороге» (Куйбышев, 1990), «Состояние и перспективы развития научно-технического потенциала Южно-Уральского региона» (Магнитогорск, 1994), «Развитие сырьевой базы промышленных предприятий Урала» (Магнитогорск, 1995), «Проблемы развития металлургии Урала на рубеже XXI века» (Магнитогорск, 1996), «Коммунальное хозяйство, энергосбережение, градостроительство и экология на рубеже третьего тысячелетия» (Магнитогорск, 2001), «Проблемы модернизации промышленного транспорта» (Москва, 2003), «Всероссийская научно-техническая конференция, посвящен-



ная 130-летию Свердловской железной дороги (Екатеринбург, 2008)», на заседаниях кафедр промышленного транспорта и открытой разработки месторождений полезных ископаемых ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет» (МГТУ), на ежегодных научно-технических конференциях МГТУ (Магнитогорск, 1990 – 2011 гг.), научно-практических конференциях ОАО «НИИОГР» (Челябинск, 1992 – 2005 гг.), на заседаниях технических советов УЖДТ ОАО «ММК», известково-доломитового и горно-обогатительного производств ОАО «ММК», железнодорожных цехов Белорецкого металлургического комбината, Магнитогорского калибровочного завода, треста «Магнитострой», на заседаниях отдела транспорта и связи администрации города Магнитогорска.

**Публикации.** По результатам исследования опубликовано 72 работы, в том числе в изданиях, рекомендованных ВАК России, – 17 работ, 6 монографий.

**Объем и структура работы.** Диссертация состоит из введения, 6 глав, заключения, списка использованной литературы из 264 наименований, 10 приложений; изложена на 373 страницах машинописного текста, содержит 62 рисунка, 28 таблиц.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Во введении** обоснована актуальность темы исследования, определены проблемы, цели, задачи исследования.

**В первой главе** «Теория и практика формирования и функционирования систем транспортного обслуживания производства» рассмотрен теоретический и практический опыт организации взаимодействия различных видов транспорта в транспортных узлах, а также в местах непосредственного транспортного обслуживания промышленных предприятий.

Научные основы организации транспортного обслуживания предприятий и взаимодействия различных видов транспорта в транспортных узлах разработаны в трудах В.Н. Образцова В.Н., А.Е. Авербуха, В.М. Акулиничева, В.И. Апатцева, А.С. Балалаева, Т.П. Воскресенской, В.Г. Галабурды, Н.Н. Громова, Е.П. Дудкина, Зубкова В.Н., А.А. Смехова, В.Н. Дегтяренко, М.И. Шмулевича, П.А. Козлова, В.А. Кудрявцева, Н.С. Ускова, Н.Н. Шабалина, Н.Р. Ющенко, А.К. Угрюмова, Т.В. Панфиловой, А.С. Хоружего, А.Т. Попова, М.С. Кудряшовой, С.В. Трофимова, В.А. Суворова, В.И., Тиверовского, А.В. Бугаева, Н.П. Журавлева, Н.Д. Иловойского, М.Б. Петрова, С.М. Резера, О.Н. Числова, В.Ф.

Яковлева, и др.

Различные аспекты транспортной логистики исследованы в трудах В.В. Багиновой, Л.Б. Белова, А.М. Гаджинского, Е.И. Зайцева, П.В. Куренкова, Ю.М. Неруша, А.А. Смехова, А.И. Семененко, В.И. Сергеева, В.С. Лукинского, Л.Б. Миротина, В.М. Николашина и др.

В работах В.А. Персианова, П.А. Козлова, Л.Б. Миротина, Ю.В. Дьякова, А.В. Вельможина, А.М. Макарошкина, Б.К. Федорука, Р.А. Радионова, А.В. Бугаева, Г.М. Драчинского, И.И. Зеликовича рассмотрены теоретические и практические вопросы управления ресурсами в транспортных системах.

Значительный вклад в развитие математического и имитационного моделирования транспортных процессов внесли И.В. Белов, А.Б. Каплан, А.М. Макарошкин, Р.М. Царев, В.Н. Лившиц, П.А. Козлов, А.А. Александров, В.А. Персианов, Ю.Ю. Скалов, Н.С. Усков и др.

Анализ трудов данных ученых позволяет сделать вывод о том, что в совокупности эти работы представляют собой научную базу современных методов взаимодействия различных видов транспорта в транспортных узлах и организации транспортного обслуживания производства. Однако в процессе формирования рынка транспортных услуг в России наметился ряд тенденций, требующих совершенствования и развития методологии взаимодействия производства и транспорта.

Основной тенденцией рынка предложений транспортных услуг является увеличение числа перевозчиков и, как следствие, уменьшение числа транспортных средств, находящихся в собственности или арендуемых одним перевозчиком. Общая доля частных вагонов увеличилась за последние 18 лет с 14% до 83%. На железнодорожном транспорте это создает дополнительные ограничения при использовании порожних вагонов, на автомобильном – усложняет задачу выбора перевозчика. Общей проблемой для видов транспорта становится увеличение доли порожнего пробега транспортных средств.

С другой стороны, на рынке потребления транспортных услуг наблюдается рост потребности предприятий в своевременных перевозках, а также стремление потребителей транспортной продукции к сокращению своих транспортно-складских затрат путем уменьшения размера транспортной партии.

Обе рассмотренные тенденции в совокупности приводят к уменьшению мощности каждой отдельно взятой струи грузопотока, увеличению числа струй

в общем грузопотоке в транспортной системе, к усложнению его структуры.

В условиях организационной разобщенности систем магистрального и промышленного транспорта выявленные тенденции приводят к увеличению потерь на замыкающих участках транспортного обслуживания производства.

Средние годовые потери промышленного железнодорожного транспорта металлургического предприятия, включающего в себя несколько десятков промышленных станций и перерабатывающего 2-3 тыс. вагонов в сутки, составляют 70-80 млн руб. или более 20% от общих затрат, связанных с простоем вагонов.

Пооперационный анализ оборота вагонов на промышленном железнодорожном транспорте позволил выявить наличие значительных отклонений временных параметров использования вагонов от нормативных, предусмотренных Единым технологическим процессом, что приводит к возникновению потерь. Фундаментальной причиной возникновения таких потерь является высокая сложность оперативного планирования и управления маршрутами движения вагонопотоков в условиях колебаний уровня загрузки транспортных элементов, а также высокой нестационарности параметров организации вагонопотоков.

Возрастание времени оборота вагонов является следствием не столько увеличения задержек в обработке вагонов из-за занятости элементов путевого развития и локомотивов, сколько результатом слабого контроля и нерационального управления продвижением вагонопотоков, в частности, результатом недостаточной согласованности решений по формированию поездов и передач на железнодорожных путях необщего пользования. Это приводит к увеличению доли затрат времени, приходящегося на операции движения вагонов в составе поездов, сформированных без учета оперативной загрузки элементов транспортной инфраструктуры.

Детализация причин и технологических последствий задержек в переработке вагонопотоков на путях необщего пользования ряда крупных металлургических предприятий позволила выявить следующие влияющие на эффективность объекты контроля (рис. 1):

1. маршруты движения вагонопотоков. Движение вагонопотоков по маршрутам, включающим промышленные железнодорожные станции с низкой величиной резерва перерабатывающей способности, увеличивает время их простоя;

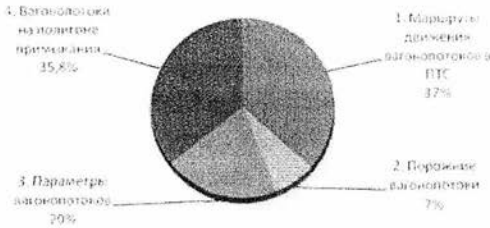


Рисунок 1 – Распределение потерь времени простоя вагонов на путях необщего пользования по объектам контроля системы оперативного управления перевозками

2. входящие вагонопотоки порожних вагонов, с которыми на путях необщего пользования не выполнялись грузовые операции. Данные потери возникают при больших объемах перевозок и недостаточном контроле маршрутов продвижения порожних вагонов;

3. вагонопотоки, характеризующиеся значительной неравномерностью как по мощности, так и по величине времени простоя вагонов на пути необщего пользования. Управление такими «нестандартными» вагонопотоками требует применения регулировочных решений в условиях недостаточного информационного обеспечения и согласованности работы диспетчеров. Это приводит к ещё большему увеличению отклонений параметров таких потоков от нормативных (плановых) значений и, в итоге, к колебаниям величин резервов пропускной и перерабатывающей способности промышленных станций и задержкам в продвижении вагонопотоков;

4. вагонопотоки на полигоне примыкания железнодорожного пути необщего пользования к магистральному железнодорожному транспорту. Рассогласованность графика подвода вагонов и грузов на предприятие с фактической потребностью в них приводит к задержкам отдельных струй вагонопотоков на технических станциях полигона, станции примыкания, либо на промышленных железнодорожных станциях.

Как показал анализ причин сверхнормативного простоя вагонов на путях необщего пользования, главной причиной их возникновения является рассогласованность действий по управлению вагонопотоками на разных участках (станциях) пути необщего пользования и полигона примыкания к сети магистрального железнодорожного транспорта.

В 80-90-е годы прошлого века в России сформировался и получил свое развитие подход к организации продвижения вагонопотоков, основанный на гибком управлении параметрами вагоно- и поездопотоков во взаимосвязи с

пропускной способностью и вместимостью транспортных устройств. Этот подход основан на идее максимального согласования величин пропускной способности и вместимости элементов транспортной инфраструктуры, в результате чего обеспечивается равномерный пропуск вагонопотоков требуемой мощности. Однако реализация подобных «гибких технологий» в условиях увеличения сложности структуры грузо- и вагонопотоков, а также требований к качеству грузовых перевозок сопряжена с необходимостью разработки новых принципов организации функционирования ТТС, совершенствования критерия оценки ее эффективности, систематизации транспортно-логистических методов управления транспортными и ресурсными потоками, разработки универсальной модели железнодорожных промышленных ТТС. В этой связи вопросы создания теории организации функционирования железнодорожных промышленных транспортно-технологических систем на основе комплекса транспортно-логистических методов и комбинированной аналитико-имитационной модели стали предметом исследований диссертации.

**Во второй главе** «Параметры транспортно-технологических систем и внешние инфраструктурные факторы, определяющие эффективность транспортного обслуживания производства» произведен структурно-функциональный анализ железнодорожных промышленных ТТС, систематизированы параметры их элементов, транспортных и ресурсных потоков, а также выполнено исследование влияния внешних инфраструктурных факторов на эффективность функционирования железнодорожных промышленных ТТС.

Анализ динамики основных показателей работы железнодорожного транспорта в Магнитогорском, Челябинском, Липецком, Новотроицком, Ашинском, Белорецком транспортных узлах, выполненный в период 1996-2011 гг., позволил выявить и систематизировать параметры внутренней и внешней среды железнодорожных промышленных ТТС, оказывающие значимое влияние на эффективность взаимодействия различных видов транспорта и производства. В качестве основы систематизации параметров ТТС было использовано представление этой системы как транспортно-логистической. В соответствии с выбранным подходом, она представляется как сложная система, включающая в себя пять структурных элементов: входной, выходной, накопительный, транспортный и перерабатывающий. Выделение данных элементов обусловлено различием функций, выполняемых каждым элементом в составе транспортно-технологической системы по пропуску и переработке четырех логистических потоков. К транспортно-логистическим потокам отнесены: материальный поток – грузо-, вагоно- и поездопоток; поток услуг – формализовано описывает про-

пускную способность и вместимость транспортных устройств, используемых для продвижения материального потока, а также всей инфраструктуры ТТС, необходимой для переработки остальных логистических потоков; информационный поток – поток данных об изменении параметров элементов ТТС, а также параметров всех логистических потоков; финансово-экономический поток – поток данных о затратах, возникающих в процессе функционирования и развития железнодорожных промышленных ТТС (рис.2).

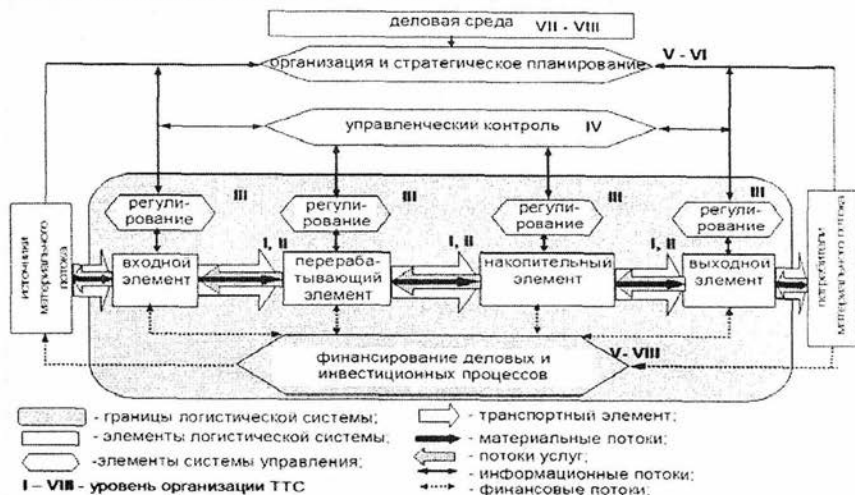


Рисунок 2 – Представление железнодорожных промышленных ТТС как транспортно-логистической системы

В результате группировки исследуемых параметров и факторов внутренней и внешней среды ТТС по транспортно-логистическим элементам и потокам, была произведена систематизация элементов железнодорожных промышленных ТТС по уровням организации (табл. 1).

Для решения поставленных задач исследования, рационально разделить все представленные в табл. 1 транспортно-логистические потоки на транспортные (материальные) и ресурсные (услуги, информационные и финансовые) потоки. В рассматриваемой системе параметров транспортно-логистических потоков выделяются общепринятые параметры (показатели) и параметры, относящиеся к разработанной в диссертации теории организации функционирования ТТС.

Таблица 1 – Система параметров транспортно-логистических потоков по уровням организации железнодорожных промышленных транспортно-технологических систем

Уровень организации ТПС	Материальный поток	Поток услуг	Информационный поток	Финансово-экономический поток
<p>I – техническое обеспечение перевозочного процесса</p> <p>II – непосредственное взаимодействие различных видов транспорта и обслуживания вагонов производства (грузовой фронт, терминал)</p> <p>III – транспортное обслуживание нескольких грузовых фронтов (промышленная железно-поддерживающая станция, грузовая станция)</p> <p>IV – транспортное обслуживание нескольких связанных технологически производств одного предприятия или нескольких территориально близких предприятий (ж.д. район, деловой/перечерский круг)</p>	<p>- транспортные средства и устройства</p> <p>- локомотивно-грузовые машины и грузовые устройства</p> <p>- размер подачи и интервал времени между подачами</p> <p>- распределение вагонов по станциям</p> <p>- состав формируемых поездов</p> <p>- интервалы между отправлениями поездов</p>	<p>- технически исправные транспортные средства, устройства, погружающие машины и грузовые устройства</p> <p>- целостность грузового фронта (периметра)</p> <p>- переработанная способность терминала</p> <p>- вместимость приемо-отправочных путей и парков</p> <p>- пропускная способность железнодорожной станции</p>	<p>- заявки на ремонт</p> <p>- график ремонтов</p> <p>- заявки на подачу вагонов и грузов</p> <p>- график обслуживания грузовых фронтов (техос. основного производства)</p> <p>- параметры систем управления запасами</p> <p>- статистические характеристики вагонопотоков на станции</p> <p>- коэффициент сложности структуры вагонопотоков</p> <p>- величина оборота вагонов на станции</p> <p>- план формирования отправительских маршрутов</p>	<p>- затраты на текущие ремонты,</p> <p>- затраты на амортизацию</p> <p>- складские затраты;</p> <p>- производственные затраты (потери)</p> <p>- инвестиции и развитие транспортно-складской инфраструктуры</p> <p>- затраты на перформирование поездов</p> <p>- транспортные затраты на подачу-уборку вагонов на грузовые фронты</p> <p>- затраты на накопление составов поездов</p> <p>- суммарные затраты, связанные с оборотом вагонов на станции</p> <p>- суммарные транспортно-складские затраты и потери, в том числе, связанные с низким качеством транспортного обслуживания предприятий района</p>

Окончание табл. 1

Уровень организации	Материальный поток	Поток услуг	Информационный поток	Финансово-экономический поток
<p><b>V</b> - железнодорожный путь общего пользования крупного промышленного предприятия или их совокупность, обслуживаемых одним ППЖТ</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- распределение вагонов по грузовым фронтам</li> <li>- состав формирования на внешнюю сеть поездов</li> <li>- интервалы между последними поездками</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- пропускная и перерабатывающая способность общего пользования</li> <li>- степень децентрализации информационных систем</li> <li>- глубина их обработки и степень оперативности</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- контактный график движения внутризаводских поездов</li> <li>- план формирования внутризаводских поездов (поборка по фронтам)</li> <li>- Единый технологический процесс взаимодействия со станцией</li> <li>- маршруты продвижения вагонопотоков на пути</li> <li>- оборот вагонов и статистические характеристики вагонопотоков</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- затраты, связанные с оборотом вагонов на пути общего пользования</li> <li>- инвестиционные затраты на усиление пропускной и перерабатывающей способности ж.д. станций, перегонов и грузовых фронтов</li> <li>- накладные расходы, связанные с управлением перевозочным процессом</li> </ul>
<p><b>VI</b> - железнодорожный транспортный узел</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- мощность и интенсивность вагонопотоков в узле</li> <li>- размеры транзитно-грузовых партий</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- пропускная и перерабатывающая способность транспортно-логистической структуры узла</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- заявки предприятия на подачу-уборку вагонов и дополнительные операции</li> <li>- график движения и состав передаточных и вывозных поездов</li> <li>- маршруты движения вагонопотоков в узле</li> <li>- коэффициент срочности вагонопотоков</li> <li>- дорожный план формирования поездов</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- суммарные транспортно-производственные затраты в узле</li> <li>- затраты на развитие узловой транспортно-складской инфраструктуры</li> </ul>
<p><b>VII</b> - региональная транспортно-технологическая система</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- мощность и интенсивность региональных грузопотоков</li> <li>- размеры транзитно-грузовых партий</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- инфраструктурные региональные факторы: густота ж.д. путей и автодорог, наличие транзитных коридоров на территории региона; наличие и суммарная перерабатывающая способность транспортно-логистических центров</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- географические факторы региона - принаследность к климатической зоне</li> <li>- показатели транспортной работы региона (объемы перевозок грузов, объем транспортных услуг на душу населения)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- суммарные региональные транспортно-производственные затраты на развитие региональной транспортно-логистической и производственной инфраструктуры</li> </ul>
<p><b>VIII</b> - макроэкономическая ТТС</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- мощность и интенсивность грузовых потоков</li> <li>- размеры транзитно-грузовых партий</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- пропускная и перерабатывающая способность объектов транспортно-логистической инфраструктуры муниципальных и региональных центров</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- схемы муниципальных и региональных перевозок</li> <li>- социально-экономические факторы: численность населения; средние доходы населения; валовой региональный продукт; объем промышленного производства; объем розничного товарооборота; объем импорта и экспорта</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- доля транспортно-логистических затрат в себестоимости продукции</li> <li>- затраты на развитие национальной транспортной инфраструктуры</li> </ul>



К параметрам и показателям, впервые предложенным автором для описания ТТС, относятся: коэффициент сложности грузо- и вагонопотоков; показатели качества транспортного обслуживания основного производства и клиентов транспорта; коэффициент срочности вагонопотоков; географические факторы и показатели транспортной работы региона; социально-экономические факторы.

Коэффициент сложности грузо- и вагонопотоков рассчитывается, в соответствии с правилом Парето, как отношение числа маломощных струй, на которые приходится не более 20% среднесуточного объема перевозок, к числу мощных струй, обеспечивающих 80% объема. Коэффициент сложности используется при расчете количества оперативной управленческой информации в сообщениях, начиная со II организационного уровня ТТС, и при оценке эффективности организационной структуры оперативного управления.

Для расчета показателей своевременности грузовых перевозок в ТТС, разработана методика, основанная на учете отклонений фактических моментов прибытия транспортно-грузовых партий на грузовые фронты от заданных. Расчетные формулы показателей своевременности представлены в табл. 2. Нормативные значения в табл. 2 определяются в результате расчета оптимальных параметров систем управления запасами, при помощи которых описывается функционирование II-го уровня организации ТТС (табл. 1).

Выбор конкретного способа расчета  $K'_c$  зависит от применяемой системы управления запасами. Для системы управления запасами с постоянным интервалом между заявками требуется обеспечить равномерную доставку грузов.

Таблица 2 – Система показателей своевременности грузовых перевозок в ТТС

Показатель	Расчетная формула	Примечание
1. Показатели перевозки груза к назначенному сроку		
1.1 Средняя величина отклонения времени прибытия груза от назначенного срока	$\bar{t}_o = \frac{\sum_{i=1}^n  t_{i,\phi} - t_{i,n} }{n}$	$n$ - количество поставок (партий, подач) груза за отчетный период;
1.2 Средняя величина превышения назначенного срока прибытия груза	$\frac{\sum_{i=1}^n (t_{i,\phi} - t_{i,n})}{n},$ при $t_{i,\phi} > t_{i,n}$	$t_{i,\phi}$ - фактический момент прибытия груза; $t_{i,n}$ - назначенный (нормативный, установленный) срок (момент) прибытия груза;
1.3 Максимальная величина превышения назначенного срока	$\max(t_{i,\phi} - t_{i,n}),$ $i = 1, 2, \dots, n$	$t_{\max}$ - максимально – допустимая величина отклонения времени прибытия груза от назначенного срока.
1.4 Среднее отклонение времени прибытия груза от назначенного, процент	$\frac{\bar{t}_o}{t_{\max}} \times 100\%$	

Показатель	Расчетная формула	Примечание
<b>2. Показатели регулярности прибытия груза</b>		
2.1 Интенсивность поступления груза	$\frac{n}{T_o}$	$T_o$ - продолжительность отчетного периода (в сменах или часах в зависимости от принятой оперативности учета);
2.2 Минимальная партия груза за единицу времени	$\min(n_i), i = 1, 2, \dots, T_o$	$n_i$ - количество поставок (партий, подач) груза в течение $i$ -го интервала времени (суток, смены, часа);
2.3 Среднее время между поступлениями груза	$\frac{\sum_{i=1}^{n-1} (t_{i+1,ф} - t_{i,ф})}{n-1}$	
2.4 Максимальное время между поступлениями груза	$\max(t_{i+1,ф} - t_{i,ф}), i=1, 2, \dots, n-1$	
2.5 Минимальное время между поступлениями груза	$\min(t_{i+1,ф} - t_{i,ф}), i=1, 2, \dots, n-1$	
2.6 Отклонение от установленной регулярности поступления груза, процент	$\frac{\Pi_{факт} - \Pi_{план}}{\Pi_{план}} \times 100\%$	
2.7 Процент поступления грузов с заданной (согласованной) регулярностью	$\frac{\sum_{i=1}^n n_i}{n} \times 100\%, \forall n_i,$ если $\Pi_{факт,i} = \Pi_{план}$	$\Pi_{факт}$ - фактические значения показателей 2.1 - 2.4. $\Pi_{факт,i}$ - фактические значения показателей 2.1 - 2.4, рассчитанные для $i$ -го интервала времени.
<b>3. Показатели срочности перевозки груза</b>		
3.1 Среднее время перевозки груза	$\bar{t}_n = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n}$	$t_i$ - время перевозки $i$ -й партии груза, сутки (часы);
3.2 Максимальное отклонение от среднего времени перевозки груза	$\max(\bar{t}_n - t_i), i = 1, 2, \dots, n$	
3.3 Процент прибытий груза в сверхнормативное время	$\frac{\sum_{i=1}^n \delta_i}{n} \times 100\%,$ $\delta_i = \begin{cases} 1, & \text{если } t_i > t_n; \\ 0, & \text{если } t_i \leq t_n. \end{cases}$	$t_n$ - нормативное время перевозки груза, сутки (часы);
3.4 Средняя величина отклонений от нормативного времени перевозки груза	$\frac{\sum_{i=1}^n  t_i - t_n }{n}$	
3.5 Средняя скорость перевозки груза	$\bar{v} = \frac{\sum_{i=1}^n \left( \frac{L_i}{t_i} \right)}{n}$	$L_i$ - расстояние перевозки $i$ -й партии груза, км.

3.6 Величина суточного пробега транспортного средства	$\bar{V} \cdot \bar{t}_n$	
3.7 Процент прибытий груза за нормативное время	$\frac{\sum_{i=1}^n \delta_i}{n} \times 100\%,$ $\delta_i = \begin{cases} 0, & \text{если } t_i > t_n; \\ 1, & \text{если } t_i \leq t_n. \end{cases}$	

Данные системы применяются для массовых грузов, не критичных к конкретным моментам поставки. Коэффициент срочности для таких вагонопотоков определяется по формуле

$$K_c^t = \frac{q_{\max} - (q^t - q_c)}{q} = 1 - \frac{q^t - q_c}{q_{\max}}, \quad (1)$$

где  $q_{\max}$  - максимальный запас (вместимость склада);  $q^t$  - запас в момент времени  $t$ ;  $q_c$  - страховой запас.

Для накопительных элементов ТТС расчет  $K_c^t$  по формуле (1) может производиться в случае, если, например, требуется обеспечить равномерный процесс накопления вагонов на железнодорожном пути или в парке путей.

Для системы управления запасами с постоянным размером транспортно-грузовой партии необходимо обеспечить регулярную поставку партий груза определенного размера в заданные моменты времени. Расчет  $K_c^t$  в этом случае целесообразно производить по формуле

$$K_c^t = \frac{t_p}{t_m + (t_m - (t + t_d))} = \frac{1}{2 - \frac{(t + t_d)}{t_m}} = \left( 2 - \frac{(t + t_d)}{t_m} \right)^{-1}, \quad (2)$$

где  $t_m$  - требуемый момент прибытия очередной партии потока. Момент  $t_p$  рассчитывается как момент достижения точки заказа и прогнозируется на основе текущей интенсивности расходования запаса в накопительном элементе;

$t_d$  - затраты времени на доставку очередной партии потока до накопительного элемента. Это значение также прогнозируется (определяется) с учетом текущего местонахождения очередной грузовой партии и средней скорости доставки.

Для систем управления запасами «с двумя контрольными уровнями»

применяется формула (1), при условии достижения величины  $q'$  точки заказа.

Если требуется обеспечить срочную доставку, например, скоропортящихся грузов, то величину коэффициента срочности, рассчитанную по формуле (2), предлагается умножать на коэффициент нелинейности, учитывающий потери, возникающие при задержке прибытия грузовой партии. Коэффициент нелинейности в общем случае рассчитывается по формуле

$$\xi' = \left( 1 + \frac{C_n}{K'_c \cdot C_m} \right)^{-1}, \quad (3)$$

где  $C_n$  - потери (убытки) из-за задержки прибытия грузовой партии;  $C_m$  - транспортные затраты на доставку партии (тариф).

Коэффициенты срочности рассчитываются по формулам (1)-(3) для каждой транспортно-грузовой партии одного назначения через определенные интервалы планирования.

Для оценки влияния внешних инфраструктурных факторов (географических, социально экономических, факторов организации транспортной работы) на качество грузовых перевозок, был выполнен их статистический анализ по регионам РФ. Установлено, что в регионах России с развитой транспортно-логистической инфраструктурой, в частности, имеющих на своей территории крупные транспортно-логистические центры, значения анализируемых показателей превышают средние по стране.

Наличие развитой транспортно-логистической инфраструктуры в регионе создает предпосылки для реализации разработанного комплекса методов организации функционирования железнодорожных промышленных ТТС, ориентированного на максимальное удовлетворение требований к качеству грузовых перевозок. С другой стороны, высокие социально-экономические показатели региона оказывают влияние на экономическую эффективность инвестиций в развитие инфраструктуры ТТС.

Совокупность исследований, выполненных в данной главе, позволила обобщить существующие подходы к организации транспортного обслуживания производства и взаимодействия различных видов транспорта в ТТС; систематизировать переменные внутренней и факторы внешней среды ТТС, оказывающие значимое влияние на функционирование и развитие этих систем; предложить систему параметров транспортно-логистических потоков, адекватно опи-

сывающих состояние ТТС в условиях роста сложности грузо- и вагонопотоков и повышения требований к качеству грузоперевозок, а также разработать методики расчета параметров этих потоков в ТТС.

**В третьей главе** «Комплекс транспортно-логистических методов организации функционирования железнодорожных промышленных ТТС» систематизированы и обобщены методы транспортной логистики и сформирован комплекс методов организации взаимодействия элементов ТТС, реализующих принципы их эффективного функционирования.

Требования к качеству грузовых перевозок определяют параметры транспортно-логистических потоков на I и II уровнях организации ТТС (табл. 1). Эти требования корректируются с учетом транспортных затрат и используются для организации и управления перевозочным процессом на III-V уровнях организации. Однако условия для организации функционирования ТТС по критерию минимума суммарных транспортно-складских затрат создаются только на уровнях организации выше V, поскольку только при наличии устойчивых организационных, информационных и финансово-экономических связей между элементами ТТС возможна реализация разработанного комплекса транспортно-логистических методов (табл. 3).

Известные методы определения оптимального размера транспортно-грузовой партии не в полной мере учитывают всю совокупность транспортных затрат, возникающих на различных уровнях организации ТТС, а также потерь, связанных с отклонением от потребных параметров поставок.

Применяемый в настоящее время в России подход к тарифообразованию на транспортные услуги не учитывает дополнительные затраты, необходимые для соблюдения требований к обеспечению поставок оптимальными партиями. Это ограничивает применение на практике систем управления запасами. Предлагается при расчете оптимального размера транспортно-грузовой партии учитывать уровень организации ТТС. На II уровне организации регулирование параметров перевозочного процесса осуществляется на участках непосредственного транспортного обслуживания производства, поэтому, несмотря на значительные транспортные затраты, в том числе на создание и содержание резервов пропускной и перерабатывающей способности, качество транспортного обслуживания оказывается недостаточным.

Эксперименты на имитационной модели Магнитогорского железнодорожного транспортного узла показали, что при расширении границ ТТС и повышении ее уровня организации требуемое качество грузовых перевозок удается достичь меньшими транспортными затратами (рис.3). Полученные значения

$T$  предлагается применять в качестве коэффициентов при корректировке величины транспортных затрат в формулах расчета оптимального размера транспортно-грузовой партии (II уровень ТТС).

Таблица 3 – Комплекс транспортно-логистических методов организации функционирования железнодорожных промышленных ТТС

Уровень организации ТТС	Транспортно-логистический метод	Критерий оптимальности и краткая характеристика метода
I – технические средства и устройства	оптимальное распределение ресурсов в системе ремонта в соответствии с потребностями в исправной технике	минимизация прироста отказов технических средств и устройств
II - грузовой фронт	выбор оптимального размера транспортно-грузовой партии	оптимальный размер партии выбирается по критерию минимума суммарных транспортно-складских затрат в зависимости от выбранного типа системы управления запасами
III - железнодорожная станция	оптимальное распределение вагонов по грузовым фронтам	приоритет выполнения технологических операций определяется по критерию минимума транспортных затрат при условии выполнения заявок на подачу-уборку вагонов
IV - железнодорожный район	методы «структурной технологии» (оптимизация использования пропускной способности и вместимости транспортных устр-в)	минимизация транспортных затрат в результате оперативного выравнивания величин пропускной способности и вместимости транспортных устройств путем применения системы технологических способов «структурной технологии»
V - железнодорожные пути необщего пользования	оптимизация маршрутов движения вагонопотоков	минимизация транспортных затрат на продвижение вагонопотоков в результате его пропуска по станциям с более низким оперативным уровнем использования пропускной способности
VI - железнодорожный транспортный узел	оптимизация структуры вагонопотоков	минимизация транспортных затрат и потерь у клиентов транспорта в результате изменения скорости продвижения отдельных групп вагонов путем изменения состава формируемых в транспортном узле поездов
VII – региональная ТТС	методы усиления пропускной и перерабатывающей способности элементов региональных ТТС	минимизация суммарных региональных транспортно-производственных затрат в результате последовательного развития транспортной инфраструктуры региона
VIII - макрологистическая ТТС	методы выбора мест размещения элементов макрологистической ТТС	минимизация доли логистических затрат в себестоимости продукции в результате рационального размещения элементов макрологистической ТТС

Вероятность  $P_k$  целесообразно использовать при расчете нормативных значений показателей качества грузовых перевозок ( $t_{\max}$  и  $T_o$  в табл. 2).

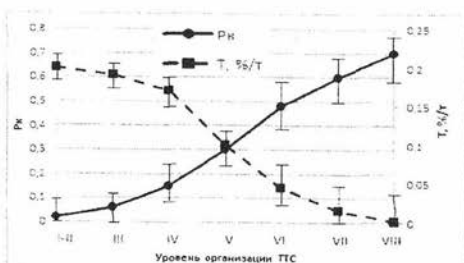


Рисунок 3 – Зависимость транспортных затрат и качества грузовых перевозок от уровня организации ТТС

$T$  - % изменение удельного тарифа, %/т;  
 $P_k$  - вероятность достижения заданных значений показателей качества грузовых перевозок

В условиях появления и увеличения числа собственников подвижного состава возникли дополнительные условия и ограничения использования подвижного состава в ТТС. В частности, при распределении порожних вагонов под погрузку необходимо учитывать требования их собственников к маршрутам дальнейшего движения груженых вагонов по сети дорог общего пользования. В диссертации разработан метод определения очередности

подачи вагонов на грузовые фронты (II организационный уровень ТТС), основанный на использовании распределительной транспортной задачи линейного программирования, дополненной следующими переменными:  $x_i$  - текущий избыток или недостаток вагонов, принадлежащих  $i$ -й группе, ваг.;  $t_{ij}$  - потребные моменты подачи вагонов  $i$ -й группы на грузовой фронт в соответствии с  $j$ -й заявкой, мин.;  $\Delta t_{ij}$  - допустимая задержка подачи вагонов  $i$ -й группы в соответствии с  $j$ -й заявкой, мин.;  $t_0$  - момент времени, соответствующий началу расчетного периода, мин. В качестве критерия оптимальности данной распределительной задачи предлагается использовать величину затрат времени на нахождение вагонов в ТТС -  $C_{ij}$ , определяемую как разность между потребным моментом  $t_{ij}$  подачи вагонов  $i$ -й группы на грузовой фронт в соответствии с  $j$ -й заявкой и моментом начала планового периода (моментом принятия решения о распределении вагонов) -  $t_0$ , то есть  $C_{ij} = t_{ij} - t_0$ .

Методы «структурной технологии» для промышленных транспортных систем (ПТС) рассмотрены в работах С.В. Трофимова. Данные методы основаны на идее адаптации структуры ПТС (пропускных способностей и вместимостей элементов транспортной инфраструктуры) к изменяющимся параметрам, в частности, мощности вагонопотоков. Представляется рациональным использовать методы структурной технологии в качестве основы для организации тех-

нологического процесса работы железнодорожных станций и районов в составе ТТС (III уровень организации). При этом математическую модель задачи оптимального распределения вагонопотоков по структурным элементам ПТС предлагается дополнить условием обеспечения потребной ёмкости накопительных элементов, описывающих грузовые фронты, в заданные моменты времени  $U_i^m(t) = \{U_i^m(t_1); U_i^m(t_2); \dots; U_i^m(T)\}$ , где  $U_i^m(t)$  - запас (остаток) вагонов  $m$ -го вида в накопительном элементе  $i$  в момент времени  $t$ .

Систему организации маршрутов движения вагонопотоков в ТТС (IV уровень организации) предлагается формировать на основе учета текущего уровня использования пропускной способности железнодорожных станций. Для сокращения затрат вагоно-часов на продвижение вагонопотоков по маршрутам, проходящим по станциям с низким уровнем текущего резерва пропускной способности, путем корректировки этих маршрутов, необходимо оперативно оценивать величину данных резервов.

При отсутствии в существующих информационных системах технической возможности оперативного сбора данных об отдельных маневровых операциях, эффективным является оценка резерва пропускной и перерабатывающей способности железнодорожной станции с использованием математического аппарата теории нечетких множеств. Эти методы позволяют обобщить данные о разнообразных факторах, оказывающих различное влияние на величину текущего резерва пропускной и перерабатывающей способности станции. Были выявлены следующие группы таких факторов: группа технических факторов (характеризуют техническое оснащение станции – путевое развитие, маневровые и грузовые устройства и средства); группа технологических факторов (характеризуют объем и трудоемкость технологических операций, выполняемых в текущий момент на станции, занятость элементов путевого развития); группа субъективных факторов (качественно характеризуют сложность оперативного управления работой станций в тех или иных условиях – в зависимости от уровня организации, информатизации, автоматизации работы, погодноклиматических условий, времени суток и т.п.); группа факторов «персонал» (характеризуют компетентность персонала, руководящего работой станции).

Для каждого фактора (всего их выявлено 34) методом экспертных оценок построены функции принадлежности, качественно определяющие влияние фактора на величину резерва пропускной и перерабатывающей способности стан-



ции. Функции принадлежности задают степень предпочтения (число в интервале от 0 до 1) для всех значений параметров оценки резерва пропускной и перерабатывающей способности станции. На рис. 4 представлен пример двух функций принадлежности для группы факторов «персонал». Для оценки резерва пропускной и перерабатывающей способности станции, в диссертации была использована процедура многокритериального выбора методом максиминной свёртки.

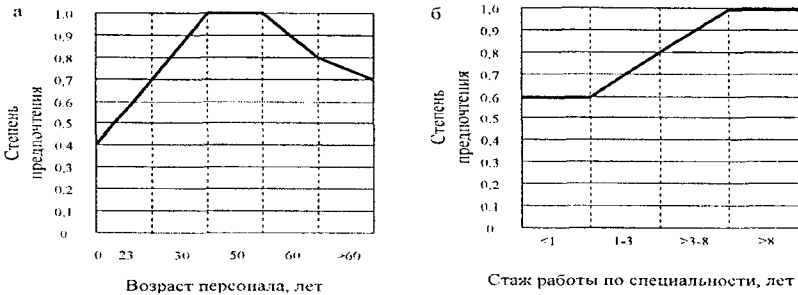


Рисунок 4 – Пример функций принадлежности для группы факторов «персонал»: а – возраст персонала, б – стаж работы персонала

Метод оптимизации структуры вагонопотоков в ТТС (V уровень организации) основан на изменении составов поездов на железнодорожных станциях ТТС в зависимости от текущей потребности в вагонах (грузах) на грузовых фронтах. Критерием оптимальности варианта формирования в ТТС поездов является минимум суммарных вагоно-часов на накопление и переформирование составов, причем затраты вагоно-часов на накопление предлагается корректировать на величину коэффициента срочности  $K'_c$  групп вагонов. Система технологических способов, реализующих данный метод, представлена в табл. 4. Метод усиления пропускной и перерабатывающей способности элементов региональных ТТС (VI уровень организации) основан на последовательной адаптации параметров, структуры и функций этой системы к увеличению мощности и неравномерности грузо- и вагонопотоков.

Метод позволяет определить предел эффективности методов оперативного управления параметрами вагонопотоков, вместимостью и пропускной способностью транспортных устройств, а также остальных методов, реализуемых на I-V уровнях организации ТТС. При достижении расчетного предела эффек-

тивности, для каждого инфраструктурного элемента ТТС выбирается соответствующее реконструктивное мероприятие. Предел эффективности характеризуется исчерпанием динамических резервов пропускной способности и вместимости элементов ТТС, то есть невозможностью реализовать технологические и организационные решения более низких уровней организации ТТС. После реализации реконструктивного мероприятия корректируются параметры этого элемента и условия реализации методов I-V организационных уровней.

Таблица 4 – Система технологических способов, реализующих метод оптимизации структуры вагонопотоков в ТТС

Условия		Технологическое решение	Технологический способ
Мощность назначения $ij$	Величина $K'_c$		
снижается	возрастает	объединение назначения $ij$ с другими назначениями	увеличение группности поездов
снижается, постоянно	возрастает	включение назначения $ij$ в состав поезда раннего отправления	
снижается, постоянно	снижается	формирование поезда из вагонов с низким коэффициентом срочности и задержка этого поезда на станции формирования	
возрастает	снижается	включение вагонов назначения $ij$ в состав нескольких поездов	
снижается	возрастает	включение в состав поезда вагонов назначения $ij$ сверх установленной нормы на размер состава	изменение размера поездов
возрастает	возрастает	выделение назначения $ij$ в самостоятельное назначение	уменьшение группности поездов
возрастает	возрастает	отправление поезда из вагонов выделенного назначения, если размер поезда больше нормы	изменение размера поездов
снижается	возрастает	отправление поезда без замыкающей группы	управление порядком расположения вагонов в составе поездов
возрастает	снижается	подборка поездов по группам на грузовых или маломощных сортировочных станциях	
снижается	возрастает	подборка поездов по группам на мощных сортировочных станциях	

Таким образом, разработанный метод усиления пропускной и перерабатывающей способности элементов транспортной инфраструктуры железнодорожных промышленных ТТС представляет собой итерационное использование методов: оперативного управления параметрами грузо- и вагонопотоков → оперативного управления пропускной способностью и вместимостью транспортных устройств → изменения организации продвижения вагонопотоков →

реализации реконструктивных мероприятий по изменению пропускной и перерабатывающей способности инфраструктурных элементов ТТС.

На VII уровне организации ТТС решаются задачи выбора мест размещения ее элементов для реализации межрегиональных и международных транспортно-логистических и экономических связей. Исследования показывают, что отдельные регионы России, привлекательные по параметрам социально-экономической среды для размещения объектов транспортно-логистической инфраструктуры, испытывают недостаток в инвестициях. Основная причина заключается в недооценке инвесторами транспортно-логистического потенциала регионов. В диссертации разработан метод оценки привлекательности региона при выборе мест расположения элементов ТТС, включающий в себя четыре этапа: 1) оценка региона по каждому выделенному фактору (табл. 1) и определение весовых коэффициентов показателей (факторов) методом анализа иерархии (МАИ); 2) расчет весовых коэффициентов групп факторов; 3) расчет консолидированных коэффициентов по группам факторов (социально-экономические, инфраструктурно-географические и показатели транспортной работы региона); 4) расчет интегрированной оценки привлекательности региона, как среднеквадратической величины от консолидированных оценок групп факторов по разработанной методике.

Применение разработанного комплекса транспортно-логистических методов обеспечивает баланс мощности транспортных и ресурсных потоков с пропускной и перерабатывающей способностью инфраструктурных элементов ТТС на всех уровнях организации этой системы, а также на всех этапах ее функционирования и развития.

**В четвертой главе** «Теоретико-методологические основы совершенствования организации продвижения транспортных потоков в ТТС» дается формализованное представление ТТС как системы поддержания динамического баланса между параметрами транспортно-логистических потоков и элементов ТТС, обоснован интегральный критерий оценки эффективности функционирования ТТС.

Предлагаемая система организации грузопотоков в ТТС основана на возможности достижения баланса между потребностями грузовладельцев в уменьшении размеров запасов и транспортных партий, с одной стороны, и уровнем использования резервов пропускной способности и вместимости

транспортных устройств (фактически, транспортных затрат), с другой. При этом определяющим фактором в таком балансе выступают потребности грузо-владельцев, а возможности транспорта следует рассматривать в качестве ограничений. Инструментом достижения баланса является разработанный в диссертации комплекс транспортно-логистических методов организации функционирования железнодорожных промышленных ТТС.

Для определения условий достижения и поддержания баланса при изменении параметров транспортно-логистических потоков, ТТС представляется как транспортно-логистическая система, состоящая из накопительных элементов  $S_i$ , соединенных транспортными элементами или потоками  $q_{i+1,i}$  (рис. 5). Накопительным элементом описываются не только склады поставщиков, потребителей или запасы складских комплексов, но и отдельные железнодорожные пути, парки путей, а также вместимости отдельных транспортных средств или их групп, например, размер состава поезда. Этот подход, в зависимости от содержания решаемой задачи, применим также для транспортных узлов, железнодорожных станций, участков железных дорог и т.д.

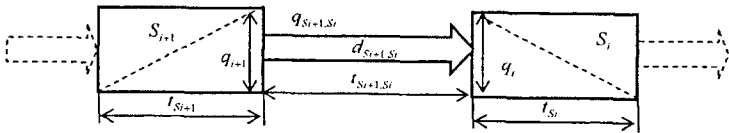


Рисунок 5 – Схема формализованного представления ТТС

Основными параметрами накопительного элемента будем считать его вместимость  $q_i$  и время  $t_{S_i}$ , затрачиваемое на полное исчерпание (пополнение) запаса  $q_i$ , при заданной интенсивности расхода (пополнения) запаса. Параметры транспортного элемента – пропускная способность  $d_{S_{i+1}, S_i}$  и время  $t_{S_{i+1}, S_i}$ , затрачиваемое на движение по элементу потока мощностью  $q_{S_{i+1}, S_i}$ .

Тогда условия достижения баланса по потоку, пропускаемому цепью из  $N$  накопительных элементов, в общем виде запишется как

$$t_{S_i} \geq t_{S_{i+1}} + t_{S_{i+1}, S_i}, \quad (4)$$

$$\text{при } q_i = q_{i+1}, \text{ для } i = 1, 2, \dots, N-1. \quad (5)$$

Соблюдение данных условий обеспечивает сбалансированное продвижение суммарного потока по элементам логистической системы и эффективное

использование по времени и по производительности инфраструктуры ТТС, поскольку на каждом расчетном этапе обеспечивается равенство интенсивностей переработки потоков в каждом из элементов системы.

Поскольку вместимости накопительных элементов, участвующих в пропуске струи потока  $Q$ , а также размеры запасов в расчетный момент  $t$  в разных накопительных элементах могут различаться, то для соблюдения условий баланса (4), (5) необходимо изменять структуру струи  $q$  путем добавления или исключения из нее других струй. В противном случае произойдет нарушение баланса по струе  $q$ . На рис.6 показана ситуация, возникающая при накоплении состава поезда размером  $q_2$ .

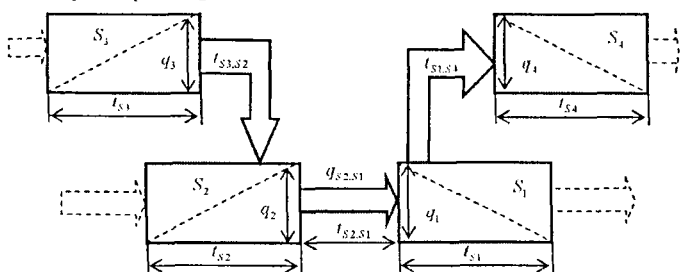


Рисунок 6 – Схема изменения структуры потоков в ПТК

Если интенсивность потребления потока в элементе  $S_1$  превышает интенсивность поступления вагонов в накопление в элементе  $S_2$ , то для сокращения времени накопления —  $t_{S_2}$  возможно усложнить структуру потока  $q_{S_2,S_1}$  и запаса  $q_1$  путем, например, увеличения группности формируемого поезда так, чтобы  $q_1 = q_2 + q_3$ . Такое действие будет эффективным, при  $t_{S_1} \geq t_{S_2} + t_{S_2,S_1}$ , и одновременно при соблюдении баланса в элементах  $S_3$  и  $S_4$  ( $q_4 = q_3$  и  $t_{S_4} \geq t_{S_3} + t_{S_3,S_2} + t_{S_2,S_1} + t_{S_1,S_4}$ , где  $t_{S_3,S_2}$  и  $t_{S_1,S_4}$  соответствуют затратам времени на формирование и расформирование поезда). Задача поиска минимальных значений  $q$  для накопительных элементов, являющихся потребителями потока (подмножество  $M$  накопительных элементов)

$$F = \sum_{i=1}^M q_i \rightarrow \min, \quad (6)$$

при условиях (4),(5), представляет собой разновидность задачи о «максимальном потоке». В результате ее решения определяется минимальный допустимый размер транспортно-грузовой партии, доставляемой каждому потребителю, при

условии полного использования пропускной способности и вместимости транспортных элементов системы ТТС.

Если в качестве потребителей в ТТС выступают подразделения предприятий или отдельные технологические агрегаты, то часть значений  $q$ , элементов множества  $M$  будут постоянными (их значения зависят от длительности соответствующих технологических циклов). Тогда в качестве минимизируемых величин выбираются запасы цеховых складов или складских центров предприятия. В этом случае модель может быть использована для эвристического определения рациональной топологии ТТС, в частности, поиска места размещения и расчета вместимости складского (логистического) центра, а также определения его перерабатывающей способности.

Разработанная модель (4)-(6) является универсальной для оптимизации как транспортных, так и ресурсных потоков в ТТС. Определение условий баланса по финансово-экономическим потокам рекомендуется использовать в качестве основы для создания системы взаиморасчетов между структурными подразделениями ТТС, для оценки эффективности функционирования элементов этой системы. Модель также целесообразно применять для поиска и последующего устранения «узких мест» - элементов ТТС, обладающих наименьшей величиной пропускной способности или вместимости с последующим определением потребного потока инвестиций, т.е. для обоснования инвестиционных затрат на развитие ТТС. Разнообразные действия и решения по достижению баланса требуют информационной поддержки, представляющей, в терминах разработанной модели, систему информационных потоков – сообщений о нарушении баланса по остальным логистическим потокам в ТТС. Это требует создания соответствующей информационной системы и определенной организационной структуры управления ТТС.

Целевую функцию (6) разработанной общей модели предлагается использовать в качестве универсального интегрального критерия эффективности функционирования ТТС. Данный критерий определяет стратегическую цель ТТС – повышение качества (своевременности) транспортного обслуживания клиентов путем целенаправленного уменьшения величины транспортно-грузовых партий, поскольку минимизирует запасы в накопительных элементах - потребителях транспортного потока. Критерий позволяет оценить транспортные элементы ТТС на возможность пропуска потока максимальной сложности, образованного транспортно-грузовыми партиями минимального размера.

Практическое использование предлагаемого критерия и модели (4)-(6) требует конкретизации параметров накопительных, транспортных элементов и

потоков, а также интерпретации результатов расчетов на модели и выработки на их основе технологических и организационных решений. Для этого на каждом уровне организации ТТС необходимо использовать соответствующие транспортно-логистические методы (табл. 3).

Таким образом, модель (4)-(6), с одной стороны, представляет собой обобщение комплекса транспортно-логистических методов организации функционирования железнодорожных промышленных ТТС, описанного в третьей главе, а с другой, нуждается в уточнении значений переменных с использованием методов этого комплекса.

Разработанный в данной главе общий подход к описанию функционирования ТТС и потоковая математическая модель ТТС в совокупности образуют теоретическую основу организации функционирования железнодорожных промышленных ТТС в условиях нестабильных структуры и мощности грузопотоков, а также растущих требований клиентов транспорта к качеству перевозки грузов.

**В пятой главе** «Комбинированная аналитико-имитационная модель оптимизации параметров транспортных и ресурсных потоков в ТТС» обоснован выбор подходов к моделированию ТТС, представлено описание разработанной аналитико-имитационной модели ТТС.

Разработанная в четвертой главе модель динамического баланса является в общем случае непрерывной, поскольку интервал времени между моментами изменения мощности потоков и величины запасов стремится к нулю. Транспортно-логистические модели, которые оптимизируют параметры потоков, являются дискретными. Для повышения точности результатов и решения задач организации функционирования ТТС предлагается весь комплекс математических оптимизационных моделей использовать в совокупности с имитационной моделью.

Наиболее универсальным инструментом построения комбинированных дискретно-непрерывных аналитико-имитационных моделей в настоящее время является пакет AnyLogic. Данная система имитационного моделирования объединяет все известные подходы к имитационному моделированию в рамках одной модели. Кроме того, результаты отдельных имитационных экспериментов могут быть использованы в качестве исходных данных математической оптимизационной модели.

В диссертации предложены четыре этапа построения и исследования непрерывной имитационной модели динамического баланса в ТТС. На первом этапе задается структура имитационной модели, образованная (в терминах си-

стемно-динамического моделирования) «накопителями», «потоками» и «вентилями». «Накопители» соответствуют накопительным элементам ТТС, «потоки» – отдельным струям грузо- или вагонопотоков, «вентили» определяют интенсивность каждого потока. В зависимости от моделируемого уровня организации ТТС, накопителем могут описываться как отдельные грузовые фронты или приемо-отправочные пути, так и целые железнодорожные станции или пути не общего пользования.

На втором этапе уточняются и задаются значения «вентилей», определяющих интенсивность каждого потока. Для получения адекватной модели, интенсивность транспортных или ресурсных потоков рационально задавать законом распределения случайной величины, параметры которого определяются в результате статистического анализа потоков.

На третьем этапе в модели задаются пропускные и перерабатывающие способности структурных элементов ТТС. Для этого каждый накопитель представляется в виде двух накопителей, соединенных одним потоком. Накопитель, в который поступает входной поток, показывает динамику количества задержанных вагонов по причине недостатка перерабатывающей способности станции. Накопитель, расположенный перед выходным потоком, позволяет изучить динамику количества задержанных вагонов из-за недостатка пропускной способности перегона. Отрицательные значения запасов в этих накопительных элементах соответствуют резервам величин пропускной и перерабатывающей способности станций и перегонов.

Представленная системно-динамическая модель позволяет оценивать пропускную способность и вместимость транспортных устройств при различных параметрах вагонопотоков в системе. Модельные значения потоков предлагается использовать в качестве исходных данных для дискретно-событийной модели технологии работы железнодорожных станций ТТС. Дискретно-событийный подход основан на представлении транспортного процесса в виде последовательностей операций по обработке «заявок» – дискретных частей транспортного потока – поездов, подач или отдельных вагонов. Обслуживание заявок осуществляется в течение определенного времени «устройствами» - элементами транспортной инфраструктуры ТТС. Пакет AnyLogic имеет в своем составе «библиотеку железнодорожных объектов» (Railway Library), позволяющую описывать сложные технологические процессы крупных сортировочных или промышленных станций, обслуживающих десятки грузовых фронтов.

При помощи дискретно-событийной модели железнодорожных станций ТТС описываются технологические способы, реализуемые в рамках разрабо-



танного комплекса транспортно-логистических методов организации функционирования ТТС (табл. 3).

Полученные в результате эксперимента с имитационной моделью данные используются в качестве исходных данных для рассмотренных в третьей главе математических оптимизационных моделей (пакет AnyLogic позволяет интегрировать различные библиотеки линейного программирования, например библиотеку «lp\_solve 5.5»). Результаты оптимизации, в свою очередь, используются для корректировки параметров имитационной модели на следующем периоде оптимизации.

Основное отличие разработанной аналитико-имитационной модели (рис.7) от известных заключается в использовании различных подходов к имитационному моделированию (укрупненного – системно-динамического и детализированного – дискретно-событийного) в рамках одной модели ТТС, что позволяет моделировать функционирование ТТС на всех уровнях организации этих систем, разрабатывать стратегии повышения уровня организации ТТС.

Разработанная в пятой главе комбинированная аналитико-имитационная модель позволяет оптимизировать параметры транспортно-логистических потоков в ТТС (табл. 1), а также выбрать рациональную последовательность способов и методов организации функционирования железнодорожных промышленных транспортно-технологических систем.

**В шестой главе** «Методические основы реализации комплекса транспортно-логистических методов и моделей организации функционирования ТТС» представлены основные положения методики достижения динамического баланса между величинами пропускных способностей элементов ТТС и транспортно-логистическими потоками, положения методики усиления пропускной и перерабатывающей способности железнодорожных станций и перегонов в железнодорожных промышленных ТТС, подход к разработке информационно-управляющих систем ТТС, а также результаты оценки эффективности внедрения разработанного комплекса методов при совершенствовании системы организации вагонопотоков в ТТС на примере железнодорожного транспорта металлургических предприятий.

Методика достижения динамического баланса между величинами пропускных способностей (вместимостей) элементов ТТС и транспортно-логистическими потоками основана на последовательном согласовании параметров потоков на разных уровнях организации этой системы.

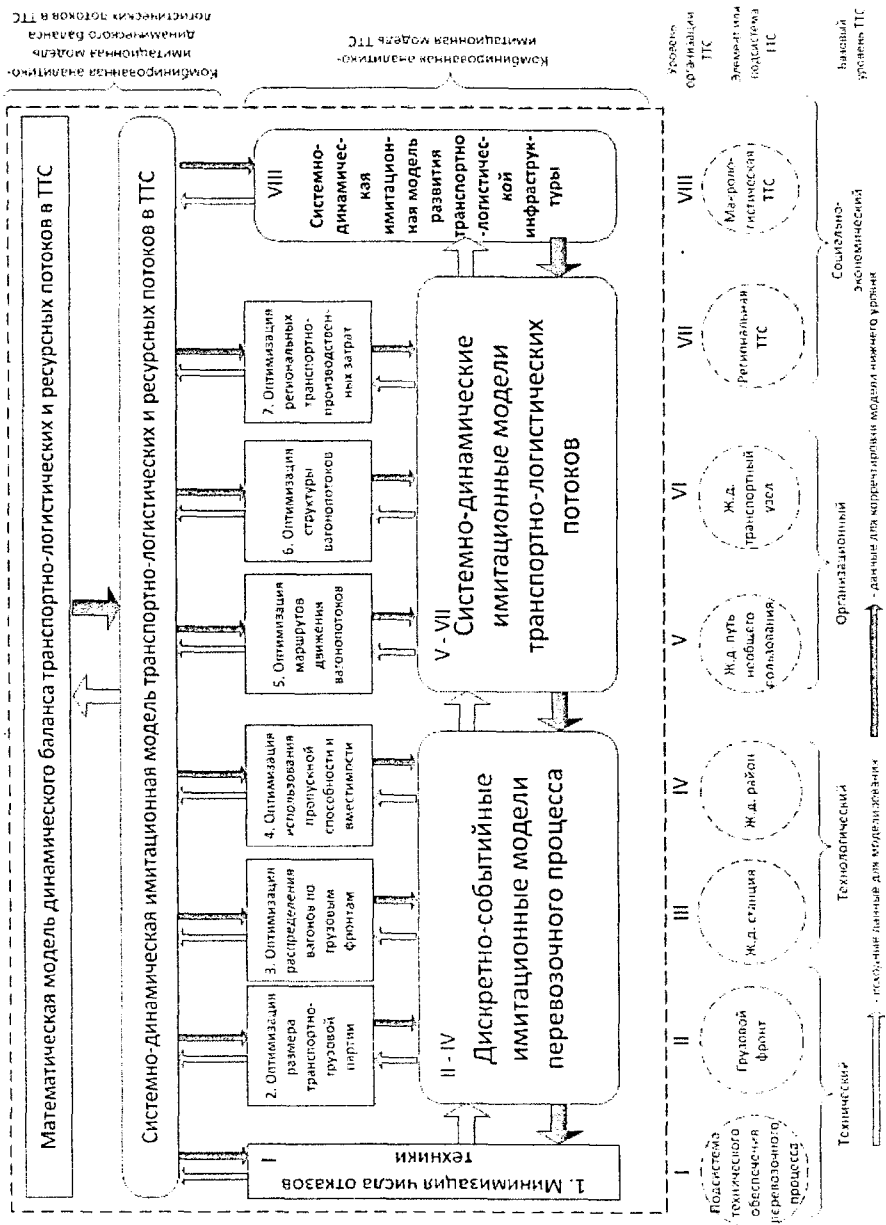


Рисунок 7 – Схема взаимосвязи блоков комбинированной аналитико-имитационной модели ТТС

Согласование параметров потоков в транспортно-технологической системе в целом обеспечивается последовательной реализацией разработанных методов организации функционирования ТТС (табл. 3), начиная с низшего организационного уровня. Однако реализация всего комплекса транспортно-логистических методов возможна только при условии ориентации всех уровней организации ТТС на стратегическую цель этой системы – повышение качества (своевременности) транспортного обслуживания клиентов путем целенаправленного уменьшения величины транспортно-грузовых партий.

Основным инструментом достижения стратегической цели ТТС является информационная система, обеспечивающая согласование параметров структурных элементов и транспортно-логистических потоков как между уровнями организации ТТС, так и между структурными подразделениями одного уровня. В качестве универсального подхода для построения информационной модели функционирования ТТС предлагается все информационные потоки в системе представлять в виде потока заявок на единицы транспортных или ресурсных потоков. Заявки содержат перечень требуемых значений параметров потока. Предлагается выделять качественные, количественные, временные и пространственные параметры, соответственно, определяющие конкретный вид потока, размер партии, требуемое время доставки партии и место расположения потребителя потока.

Для удовлетворения заявки необходимо выполнить определенные операции перевозочного процесса, для чего, в свою очередь, требуются ресурсы, поток которых в предлагаемой информационной системе также отображается в форме заявок. При выполнении заявок в информационной системе формируется соответствующий информационный поток аналогичной структуры. Анализ содержания заявок в сравнении с данными об их выполнении позволяет оперативно выявлять элементы ТТС с недостаточной пропускной и перерабатывающей способностью, осуществлять выбор наиболее эффективных из числа разработанных методов организации функционирования ТТС и реализовывать их.

Апробация разработанных методов организации функционирования ТТС и комплекса транспортно-логистических методов совершенствования системы организации вагонопотоков была выполнена при разработке «Концепции и Программы усиления пропускной и перерабатывающей способности железнодорожных станций и перегонов пути необщего пользования ОАО «Магнито-

горский металлургический комбинат» (ОАО «ММК»), а также при изменении организации работы промышленного железнодорожного транспорта Новолипецкого и Ашинского металлургических комбинатов.

Реализация разработанных транспортно-логистических методов позволила снизить затраты на реконструкцию транспортной инфраструктуры для данных предприятий в среднем на 25%. Расчетный экономический эффект в результате реализации Программы развития ТТС для ОАО «ММК» составит 310000 тыс. руб. Максимальный срок окупаемости инвестиций в реализацию всего комплекса мероприятий составил 35 месяцев.

### **ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ**

В диссертации, на основании выполненных автором исследований, получены результаты, представляющие собой совокупность актуальных научно-технических решений по повышению эффективности взаимодействия производства и транспорта в условиях усложнения структуры грузопотоков и повышения требований к качеству грузовых перевозок, включающие создание методологии организации функционирования железнодорожных промышленных транспортно-технологических систем на основе комплекса транспортно-логистических методов, а также методик согласованного управления транспортными и ресурсными потоками, что имеет важное народно-хозяйственное значение.

1. Разработаны и обоснованы следующие основные принципы эффективного функционирования железнодорожных промышленных транспортно-технологических систем: динамическая сбалансированность мощности транспортных и ресурсных потоков с пропускной способностью и вместимостью элементов транспортной инфраструктуры; оптимальная по критерию минимума суммарных транспортных затрат и затрат у потребителей транспортной продукции последовательность снятия ограничений в пропуске и переработке транспортных и ресурсных потоков в ТТС; программно-целевое формирование системы организации продвижения грузо- и вагонопотоков в железнодорожных промышленных ТТС, обеспечивающее эффективное использование внешних инфраструктурных возможностей региона расположения этих систем.

2. На основе анализа функционирования участков взаимодействия производства и транспорта, как транспортно-логистических систем, установлена возможность и доказана эффективность использования универсальных структур-

но-функциональных элементов логистической системы (входного, выходного, перерабатывающего, накопительного, транспортного элементов) для формализованного описания технологии и организации пропуска и переработки потоков в железнодорожных промышленных ТТС.

3. Использование методов транспортной логистики для исследования транспортных потоков в ТТС позволило выявить и оценить причины возникновения задержек в пропуске и переработке грузо- и вагонопотоков. Определено, что на участках взаимодействия промышленного и магистрального железнодорожного транспорта основными причинами задержек вагонопотоков являются: нерациональный выбор маршрутов их движения из-за отсутствия информации об оперативном уровне загрузки технологических станций и неверной оценки этого уровня маневровыми диспетчерами (37% потерь времени оборота); недостаточно эффективное управление параметрами вагонопотоков на полигоне примыкания железнодорожных путей необщего пользования к сети магистральных железных дорог (35%); недостаточный уровень контроля параметров вагонопотоков (20%); отсутствие системы контроля парка порожних вагонов на путях необщего пользования (7%).

4. Параметры транспортно-логистических потоков обобщены и сгруппированы по уровням организации ТТС в систему, в результате исследования которой выявлены параметры, необходимые для обеспечения качественных грузовых перевозок: коэффициент сложности вагонопотоков; показатели своевременности грузовых перевозок; коэффициент срочности вагонопотоков.

5. Выявлены группы факторов, оказывающих значимое влияние на выбор инвестором места размещения инфраструктурных элементов региональных и макрологистических ТТС: географические факторы региона (принадлежность к климатической зоне); показатели транспортной работы региона (объемы перевозок грузов, объем транспортных услуг на душу населения); социально-экономические факторы: численность населения; среднедушевые доходы населения; валовой региональный продукт; объем промышленного производства; объем розничного товарооборота; объем импорта и экспорта. Разработана соответствующая методика оценки инвестиционной привлекательности региона для размещения инфраструктурных элементов ТТС, основанная на использовании метода аналитической иерархии.

6. Разработан комплекс транспортно-логистических методов организации

функционирования железнодорожных промышленных ТТС, основанный на идее достижения и поддержания динамического баланса между мощностью транспортных потоков и пропускной способностью и вместимостью элементов ТТС. Разработанные методы в совокупности реализуют принципы эффективно-го функционирования ТТС на различных уровнях организации ТТС. Методами организации функционирования ТТС являются:

- оптимизация размера транспортно-грузовой партии;
- оптимизация распределения вагонов по грузовым фронтам;
- методы «структурной технологии», оптимизирующие использование пропускных способностей и вместимостей транспортных элементов ТТС;
- оптимизация маршрутов движения вагонопотоков;
- оптимизация структуры вагонопотоков;
- методы усиления пропускной и перерабатывающей способности элементов региональных ТТС;
- методы выбора мест размещения элементов макрологистической ТТС.

7. Установлена зависимость, определяющая снижение величины транспортных затрат и повышение качества грузовых перевозок по мере повышения уровня организации железнодорожных промышленных ТТС.

8. Разработана обобщенная математическая модель оптимизации функционирования ТТС, основанная на поддержании динамического баланса между параметрами грузопотоков и элементов ТТС. Результатом моделирования являются оптимальные значения наличной пропускной и перерабатывающей способности транспортных устройств, а также оптимальная структура вагонопотоков в системе, в совокупности обеспечивающие максимально возможное качество грузовых перевозок при заданных транспортных затратах.

9. Обоснован универсальный критерий эффективности функционирования ТТС – повышение качества (своевременности) транспортного обслуживания клиентов путем целенаправленного уменьшения величины транспортно-грузовых партий.

10. В результате экспериментов с математической и имитационными моделями ТТС установлено, что наибольшей степенью адекватности обладают комбинированные аналитико-имитационные модели системы транспортных и ресурсных потоков. Моделирование функционирования ТТС на уровне оператив-

ного управления и текущего планирования эффективно осуществлять с использованием дискретно-событийного подхода, на уровне стратегического планирования – системно-динамического подхода. Комбинация оптимизационной и имитационных моделей, построенных с использованием различных подходов к имитационному моделированию, позволяет вырабатывать управленческие решения на всех уровнях организации ТТС, а также осуществлять оценку эффективности решений. В качестве программного продукта, реализующего различные подходы к имитационному и математическому моделированию в рамках одной комбинированной аналитико-имитационной модели, целесообразно использовать пакет AnyLogic.

11. Разработана методика и алгоритм достижения динамического баланса между величинами пропускных способностей (вместимостей) элементов ТТС и транспортно-логистическими потоками, основанная на последовательном согласовании параметров потоков на разных уровнях организации этой системы. Методика позволяет разрабатывать обоснованные целевые программы повышения качества грузовых перевозок в ТТС и усиления пропускных и перерабатывающих способностей транспортных элементов ТТС.

12. Предложен универсальный для всех уровней организации функционирования ТТС подход к построению их информационно-управляющих систем, основанный на представлении информационных потоков в виде потока унифицированных по форме заявок на транспортные и ресурсные потоки, а также потока данных о выполнении этих заявок. Анализ содержания заявок в сравнении с данными об их выполнении позволяет оперативно выявлять элементы ТТС с недостаточной пропускной и перерабатывающей способностью, выбирать и реализовывать соответствующие методы организации функционирования ТТС.

13. Разработанная теория, методы и методика использованы при разработке «Концепции и Программы усиления пропускной и перерабатывающей способности железнодорожных станций и перегонов на путях необщего пользования ОАО «ММК»», а также при изменении организации работы промышленного железнодорожного транспорта Новолипецкого и Ашинского металлургических комбинатов. Реализация разработанных транспортно-логистических методов позволила снизить затраты на реконструкцию транспортной инфраструктуры для данных предприятий в среднем на 25%. Расчетный экономический эффект в результате реализации Программы развития ТТС для ОАО «ММК» составит

310000 тыс. руб. Максимальный срок окупаемости инвестиций в реализацию всего комплекса мероприятий составил 35 месяцев. Реализация комплекса транспортно-логистических методов и оптимизационных моделей при разработке математического обеспечения информационно-управляющей системы железнодорожного транспорта ОАО «ММК» позволила сократить время простоя частных вагонов на путях необщего пользования предприятия в среднем на 2 часа на вагон.

**Основные положения диссертации опубликованы:**

**в изданиях, рекомендованных ВАК:**

1. Рахмангулов А.Н. Контроль вагонопотоков на пути необщего пользования / Багинова В.В., Рахмангулов А.Н., Осинцев Н.А. // Мир транспорта. – 2010. – Вып. 3 (31). – С. 108-113.
2. Рахмангулов А.Н. Оценка резервов пропускной и перерабатывающей способности технологических железнодорожных станций с использованием теории нечетких множеств / Рахмангулов А.Н., Осинцев Н.А. // Вестник транспорта Поволжья. – 2011. – Вып. 1 (23). – С. 45-49.
3. Рахмангулов А.Н. Адаптивная организация грузопотоков / Багинова В.В., Рахмангулов А.Н. // Мир транспорта. – 2011. – Вып. 3(36). – С.132-138.
4. Рахмангулов А.Н. Теоретические основы, методы и модели управления транспортными подразделениями промышленных предприятий как социально-экономическими системами//Вестник Магнитогорского государственного технического университета им.Г.И.Носова.–2003.–Вып.3.–С.23-24.
5. Рахмангулов А.Н. Методика разработки маршрутной сети движения городского пассажирского транспорта (на примере города Магнитогорска) / Корнилов С.Н., Рахмангулов А.Н., Осинцев Н.А., Цыганов А.В., Пыталева О.А. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2011. – Вып. 2. – С. 49-58.
6. Рахмангулов А.Н. Особенности и показатели оценки качества транспортного обслуживания предприятий в условиях реформирования железнодорожного транспорта / Андриянов В. И., Рахмангулов А. Н., Трофимов С. В. // Сборник обзорной информации «Транспорт: наука, техника, управление». – М.: ВИНТИ РАН. – 2003. – Вып. 6. – С. 2-8.
7. Рахмангулов А.Н. Методика управления внешними железнодорожными перевозками промышленных предприятий в собственных вагонах / Арсенов В. И., Андриянов В. И., Трофимов С. В., Рахмангулов А. Н. // Сборник обзорной информации «Транспорт: наука, техника, управление». – М.: ВИНТИ РАН, – 2003. – Вып. 6. – С. 19-23.
8. Рахмангулов А.Н. Использование логистических принципов при создании



- информационной системы горнодобывающего предприятия / Гавришев С.Е., Рахмангулов А.Н., Грязнов М.В. // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2002. Вып. 6.– С.170-173.
9. Рахмангулов А.Н. Повышение эффективности добычи нерудных строительных материалов с использованием логистического подхода / Гавришев С. Е., Грязнов М.В., Рахмангулов А.Н. // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2002. Вып. 7.– С. 33-37.
- 10.Рахмангулов А.Н. Выбор эффективной информационной модели управления горнодобывающего предприятия//Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал).–2003.Вып.8.–С.195-198.
- 11.Пыталева О.А. Повышение безопасности и качества пассажирских перевозок в г. Магнитогорске / Корнилов С.Н., Рахмангулов А.Н., Пыталева О.А. // Автотранспортное предприятие. – 2009. – Вып. 7. – С. 41-44.
- 12.Рахмангулов А.Н. Алгоритм согласования технологических процессов при планировании горных работ на строительных карьерах / Гавришев С.Е., Рахмангулов А.Н., Грязнов М.В. // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2003. – Вып. 2. – С. 39-44.
- 13.Рахмангулов А.Н. Совершенствование системы автоматизированного управления технологическими процессами горнодобывающего предприятия / Гавришев С.Е., Рахмангулов А.Н., Грязнов М.В. // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2003. – Вып. 6. – С. 155-160.
- 14.Рахмангулов А.Н., Багинова В.В., Мишкуров П.Н. Методика оценки организационной структуры оперативного управления вагонопотоками на путях необщего пользования / Багинова В.В, Рахмангулов А.Н., Мишкуров П.Н. // Сборник обзорной информации «Транспорт: наука, техника, управление». – М.: ВИНТИ РАН, – 2012. – Вып. 2. – С. 19-22.
- 15.Рахмангулов А.Н. Методика формирования энергоэффективной транспортно-логистической инфраструктуры / Багинова В.В., Рахмангулов А.Н., Копылова О.А., Аутов Е.К. // Бюллетень транспортной информации. – 2012. – Вып. 5. С. 26-30.
- 16.Рахмангулов А.Н. Выбор мест для логистических мощностей/Рахмангулов А.Н., Копылова О.А., Аутов Е.К.//Мир транспорта. –2012.– Вып.1.– С.84-91.
- 17.Рахмангулов А.Н. Обоснование экономической целесообразности ускорения контейнерных перевозок металлопроката / Корнилов С.Н., Рахмангулов А.Н., Фридрихсон О.В. // Транспорт Урала. 2012. – Вып. 2 (33). – С. 58-63.

**в других изданиях:**

- 18.Рахмангулов А.Н., Трофимов С.В. Выбор оптимальных методов оперативного управления работой промышленных транспортных систем: Монография. – Магнитогорск: МГТУ, 2000. – 145 с.

19. Рахмангулов А.Н., Гавришев С.Е., Грязнов М.В., Лапаева О.А. Управление развитием горнодобывающего предприятия. Информационные модели и методы: Монография. – Магнитогорск: МГТУ, 2002. – 245 с.
20. Рахмангулов А.Н., Гавришев С.Е. Организационно-технологические методы повышения надежности и эффективности работы карьеров: Монография. – Магнитогорск: МГТУ, 2002. – 231 с.
21. Рахмангулов А.Н., Трофимов С.В., Корнилов С.Н. Методы развития систем промышленного железнодорожного транспорта в изменяющихся условиях деятельности предприятий: Монография. – Магнитогорск: МГТУ, 2004. – 235 с.
22. Рахмангулов А.Н., Корнилов С.Н., Горшенин А.А., Дудкин Е.П. Логистика ремонта железнодорожного подвижного состава: Монография. – Магнитогорск: МГТУ, 2005. – 182 с.
23. Рахмангулов А.Н., Сиразетдинова А.Д. Методика исследования системы управления вагонопотоками на пути необщего пользования при наличии разветвленной сети внутризаводских станций (раздел в коллективной монографии) // Техника и технология в XXI веке: современное состояние и перспективы развития: Монография / С.П. Гнятюк, А.Н. Рахмангулов, Е.В. Санников и др. / Под общ. ред. С.С. Чернова. Новосибирск: Изд-во «СИБПРИНТ», 2008. – С. 116-132.
24. Рахмангулов А.Н. Моделирование систем оперативного управления транспортными процессами / Рахмангулов А.Н., Платонов А.Н. // Моделирование систем и процессов управления на транспорте: Сборник статей по материалам Всесоюзной конф. – М.: Институт проблем транспорта АН СССР, 1991. – С. 58-59.
25. Рахмангулов А.Н. Оптимизация корректировки плана формирования поездов на технических станциях / Рахмангулов А.Н., Трофимов С.В. // ТРАНС-СИБ и научно-технический прогресс на железнодорожном транспорте: Сборник статей по материалам науч. техн. конф. – Новосибирск: 1991. – С. 152-153.
26. Рахмангулов А.Н. Оптимизация взаимодействия сортировочных комплексов магистрального и промышленного железнодорожного транспорта / Рахмангулов А.Н., Арсенов В.И. // Состояние и перспективы развития научно-технического потенциала Южно-Уральского региона: Сборник статей по материалам межгосуд. науч. техн. конф. – Магнитогорск: 1994. – С. 125-127.
27. Рахмангулов А.Н. Совершенствование методики разработки Единого технологического процесса работы подъездного пути предприятия и станции примыкания магистрального транспорта / Рахмангулов А.Н., Компанец С.В., Лукьянов В.А. // Состояние и перспективы развития научно-технического потенциала Южно-Уральского региона: Сборник статей по материалам межгосударственной науч. техн. конф. – Магнитогорск: 1994. – С. 43-44.
28. Рахмангулов А.Н. Система расчетов между магистральным и промышлен-

- ным железнодорожным транспортом за подачу-уборку и использование вагонов МПС // *Фундаментальные и прикладные исследования транспорту: Сборник статей по материалам межгосударственной науч. техн. конф.* – Екатеринбург: УрГАПС, 1995. – С. 80-82.
29. Рахмангулов А.Н. Один из методов согласования работы производства и транспорта / Рахмангулов А.Н., Трофимов С.В., Гавришев С.Е. // *Фундаментальные и прикладные исследования транспорту: Сборник статей по материалам межгосударственной науч. техн. конф.* – Екатеринбург: УрГАПС, 1995. – С. 83-85.
30. Рахмангулов А.Н. Основные положения методики повышения качества транспортного обслуживания подъездных путей на основе оперативного управления сортировочной работой // *Современные проблемы развития транспорта: Всероссийский сб. науч. тр. Российской Инженерной Академии (Липецкий Филиал).* Липецк: 1995. – С. 75-82.
31. Рахмангулов А.Н. Методика перераспределения сортировочной работы в промышленной транспортной системе / Рахмангулов А.Н., Трофимов С.В., Гавришев С.Е. // *Транспортные проблемы и развитие технологических процессов: Всероссийский сб. науч. тр. Российской Инженерной Академии (Липецкий Филиал).* Липецк: 1995. – С. 123-131.
32. Рахмангулов А.Н. Система взаиморасчетов между магистральным и промышленным транспортом за подачу-уборку и использование вагонов МПС на основе оперативного перераспределения сортировочной работы // *Проблемы промышленного и городского рельсового транспорта: Сборник статей по материалам международной науч.техн. конф.*–С-Пб.:1997.– С.115-116.
33. Рахмангулов А.Н. О механизме обеспечения надежного функционирования логистической системы / Рахмангулов А.Н., Гавришев С.Е. // *Проблемы адаптации предприятий: Труды НТЦ-НИИОГР.* – Екатеринбург: УрО РАН, 1999. Вып.4. – С. 74-77.
34. Рахмангулов А.Н. Методика выбора варианта внутривозовских перевозок / Рахмангулов А.Н., Гавришев С.Е., Трофимов С.В., Лукьянов В.А. // *Научные сообщения НТЦ-НИИОГР.* – Челябинск- Екатеринбург: Рекпол, 1999. Вып. 1. – С. 112-115.
35. Рахмангулов А.Н. Рационализация внешних вагонопотоков горнодобывающих предприятий с привлечением услуг компаний-операторов собственного подвижного состава / Рахмангулов А.Н., Трофимов С.В. // *Разработка месторождений полезных ископаемых: Межвузовский сб. науч. тр. МГТУ им. Г.И. Носова.* – Магнитогорск: 1999. – С. 96-104.
36. Рахмангулов А.Н. Перспективная форма транспортного обслуживания горнодобывающих предприятий // *Разработка месторождений полезных ископаемых: Межвузовский сб. науч. тр. МГТУ им. Г.И. Носова.* – Магнито-

- горск: 1999. – С. 104-112.
37. Рахмангулов А.Н. Перспективная форма взаиморасчетов за транспортное обслуживание предприятий // Вопросы формирования и эффективного функционирования рыночной системы: Межвузовский сб. науч. тр. МГТУ им. Г.И. Носова. Магнитогорск: 1999. – С. 196-208.
  38. Рахмангулов А.Н. АРМ диспетчера – распределителя внешних вагонопотоков горнодобывающего предприятия / Рахмангулов А.Н., Трофимов С.В., Гавришев С.Е. // Компьютерные технологии в горном деле: Сборник статей по материалам республиканской науч. техн. конф. – Екатеринбург: УГГГА, 1999. – С. 132-140.
  39. Рахмангулов А.Н. Проблемы интеграции предприятий горнодобывающих и металлургических отраслей с транспортом / Рахмангулов А.Н., Трофимов С.В. // Совершенствование технологии поиска и разведки, добычи и переработки полезных ископаемых: Сборник статей по материалам межвуз. науч.техн. конф. – Красноярск: КИЦМ, 1999. – С. 245-247.
  40. Рахмангулов А.Н. О соответствии основных фондов горного транспорта динамике производительности предприятий / Рахмангулов А.Н., Трофимов С.В. // Совершенствование технологии поиска и разведки, добычи и переработки полезных ископаемых: Сборник статей по материалам межвуз. науч. техн. конф. – Красноярск: КИЦМ, 1999. – С. 247-248.
  41. Рахмангулов А.Н. Система обеспечения качества транспортного обслуживания / Рахмангулов А.Н., Файнштейн С.Э., Захарова Е.А. // Фундаментальные и прикладные исследования – транспорту – 2000: Сборник статей по материалам науч. техн. конф. – Екатеринбург: УрГУПС, 2000. – С. 43-44.
  42. Рахмангулов А.Н. Методика организации перевозок в собственных вагонах предприятия по сети МПС / Рахмангулов А.Н., Файнштейн С.Э., Захарова Е.А. // Новые технологии на промышленном и городском транспорте: материалы IV междунар. науч. практич. конф. – С.-Пб.: ПГУПС, 2000. – С. 169-171.
  43. Рахмангулов А.Н. Логистический подход к проблеме адаптации предприятий к рыночной среде / Рахмангулов А.Н., Блинов В.М., Галкин В.А., Галкина Н.В., Макаров А.М. // Вопросы формирования и эффективного функционирования рыночной системы: Межвуз. сб. науч. тр. – Магнитогорск: МГТУ им. Г.И. Носова, 2001. Вып. 3. – С. 131-151.
  44. Рахмангулов А.Н. Методы и алгоритм адаптации предприятий к рыночной среде / Рахмангулов А.Н., Гавришев С.Е., Кравчук И.Л. // Вопросы формирования и эффективного функционирования рыночной системы: Межвуз. сб. науч. тр. – Магнитогорск: МГТУ им. Г.И. Носова, 2001. Вып. 4. – С. 202-218.
  45. Рахмангулов А.Н. Организационные проблемы надежности технологических систем карьеров / Рахмангулов А.Н., Гавришев С.Е., Пикалов В.А. // Вопросы формирования и эффективного функционирования рыночной си-

- стемы: Межвуз. сб. науч. тр. – Магнитогорск: МГТУ им. Г.И. Носова, 2001. Вып. 4. – С. 218-221.
- 46.Рахмангулов А.Н. Методика экспертной оценки системы обеспечения промышленной безопасности (на примере горно-обогатительного производства ОАО "ММК") / Рахмангулов А.Н., Гавришев С.Е., Осинцев Н.А., Кравчук И.Л. // Вопросы формирования и эффективного функционирования рыночной системы: Межвуз. сб. науч. тр. – Магнитогорск: МГТУ им. Г.И. Носова, 2003. - Вып. 5. – С. 83-86.
- 47.Рахмангулов А.Н. Основные направления совершенствования организации управления производственно-транспортными комплексами (в условиях реформирования ОАО "РЖД") / Рахмангулов А.Н., Корнилов С.Н. // Промышленный транспорт XXI век. – 2005. Вып. 2. – С. 34-42.
- 48.Рахмангулов А.Н. Логистические методы управления ресурсами в подсистеме ремонта железнодорожного подвижного состава горнодобывающих предприятий / Рахмангулов А.Н., Корнилов С.Н. // Горнодобывающая промышленность: реальность и перспективы сотрудничества: Сборник докладов международной научно-практической конференции. – Рудный, Рудненский государственный индустриальный институт, 2005. – С. 307-314.
- 49.Рахмангулов А.Н. Методика оперативного управления вагонопотоками на промышленном железнодорожном транспорте (на примере ОАО «ММК») / Рахмангулов А.Н., Арчибасов П.А., Бобровский А.Е., Сиразетдинова А.Д. // Наука, инновации и образование: актуальные проблемы развития транспортного комплекса России: Матер. междунар. науч.-техн. конф. – Екатеринбург, 2006. – С. 288-289.
- 50.Рахмангулов А.Н. Методика оперативного управления запасами порожних вагонов в промышленно-транспортной системе на примере ОАО «ММК» / Рахмангулов А.Н., Сафонов А.В., Сиразетдинова А.Д. // Политранспортные системы: Матер. V Всерос. науч.-техн. конф. Ч.1. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т; Политехн. ин-т, 2007. – С. 166-167.
- 51.Рахмангулов А.Н. Логистический подход к управлению движением порожних вагонопотоков на пути необщего пользования / Рахмангулов А.Н., Сиразетдинова А.Д. // Инновации молодых ученых: Сб. докладов на 66-й науч.-техн. конф. – Магнитогорск: МГТУ им. Г.И. Носова, 2008.–С.114-115.
- 52.Рахмангулов А.Н. Анализ целесообразности организации контейнерного терминала для ОАО «ММК» / Рахмангулов А.Н., Сиразетдинова А.Д. //Актуальные вопросы экономических наук. Сб. матер. I Всерос. науч.-практ. конф. – Новосибирск: Изд-во «СИБПРИНТ», 2008. – С. 428-432.
- 53.Рахмангулов А.Н. Логистический подход к управлению движением порожних вагонопотоков на путях необщего пользования на примере ОАО

- «ММК» / Рахмангулов А.Н., Сиразетдинова А.Д. // Тезисы докладов Междунар. науч.-техн. конф. молодых специалистов ОАО «ММК» – Магнитогорск: ОАО «ММК», 2008. – С. 181-182.
54. Рахмангулов А.Н. Анализ эффективности обработки вагонов с экспортными грузами на ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» / Рахмангулов А.Н., Новиков А.С., Сиразетдинова А.Д. // Транспорт, наука, бизнес: проблемы и стратегии развития: Матер. Все-рос. науч.-техн. конф., посв. 130-летию Сверд. ж.д.: Сб. научн. тр. – Екатеринбург: УрГУПС, 2008. – С. 105-106.
55. Рахмангулов А.Н. Использование линейного программирования в аппаратно-программном комплексе мониторинга безопасности дорожного движения / Рахмангулов А.Н., Осинцев Н.А., Цыганов А.В., Пыталева О.А. // Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции «Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании 2010». Том. 1. Транспорт. – Одесса: Черноморье, 2010. – С. 37-40.
56. Рахмангулов А.Н. Логистические методы управления вагонопотоками в производственно-транспортных комплексах / Рахмангулов А.Н., Осинцев Н.А. // Современные проблемы проектирования, строительства и эксплуатации транспортных объектов. – С.-Пб.: ФГОУ ВПО ПГУПС, 2011. – С. 54-58.
57. Рахмангулов А.Н. Проблемы выбора места размещения логистических центров / Рахмангулов А.Н., Копылова О.А. // Современные проблемы транспортного комплекса России: Межвуз. сб. научн. трудов. – Магнитогорск: МГТУ. 2011. – С. 58-67.
58. Рахмангулов А.Н. Закономерности, влияющие на размещение контейнерных площадок (терминалов) / Рахмангулов А.Н., Булдаков А.А. // Современные проблемы транспортного комплекса России: Межвуз. сб. научн. трудов. – Магнитогорск: МГТУ. 2011. – С. 67-75.
59. Рахмангулов А.Н. Анализ спроса и предложения на рынке транспортно-логистических услуг России / Рахмангулов А.Н., Копылова О.А. // Современные проблемы транспортного комплекса России: Межвуз. сб. научн. трудов. – Магнитогорск: МГТУ. 2011. – С. 67-75.
60. Рахмангулов А.Н. Ценообразование на услуги контейнерных перевозок в РФ / Рахмангулов А.Н., Булдаков А.А. // Современные проблемы транспортного комплекса России: Межвуз. сб. научн. трудов. – Магнитогорск: МГТУ. 2011. – С. 138-144.
61. Рахмангулов А.Н. Проблема выбора места размещения логистического распределительного центра. Существующие подходы к решению / Рахмангулов А.Н., Кайгородцев А.А. // Современные проблемы транспортного комплекса России: Межвуз. сб. научн. трудов. – Магнитогорск: МГТУ. 2011. – С. 39-49.

62. Рахмангулов А.Н. Реализация транспортной стратегии России: сегмент контейнерных перевозок / Рахмангулов А.Н., Корнилов С.Н., Фридрихсон О.В. // Модернизация процессов перевозок, систем автоматизации и телекоммуникаций на транспорте: Сб. науч. тр. межрегиональной науч.-практ. конф. – Хабаровск: ДВГУПС, 2010. – С. 63-66.
63. Рахмангулов А.Н. Применение инструментария теории игр для формирования кластера контейнерных перевозок / Рахмангулов А.Н., Корнилов С.Н., Фридрихсон О.В. // Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании: Сб. науч. тр. международн. науч.-практ. конф. Т.1. Транспорт. – Одесса: Черноморье, 2010. – С. 4-7.
64. Рахмангулов А.Н. Моделирование структуры контейнерного кластера промышленного предприятия / Рахмангулов А.Н., Корнилов С.Н., Фридрихсон О.В. // Логистика – евразийский мост: Материалы 6-й международн. науч.-практ. конф. Ч.1. – Красноярск: КрасГАУ, 2011. – С. 394-399.
65. Рахмангулов А.Н. Актуальность разработки комбинированной технологии корректировки системы организации вагонопотоков / Рахмангулов А.Н., Ахметзянова А.С. // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2011. Т. 1. № 1. – С. 228-231.
66. Рахмангулов А.Н. Методика выбора мест размещения транспортно-логистических центров / Копылова О.А., Рахмангулов А.Н. // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2011. № 1. С. 13-16.
67. Рахмангулов А.Н. Стохастическая постановка динамической транспортной задачи с учетом изменения границ расчетных периодов / Рахмангулов А.Н., Мишкурин П.Н. // Модернизация процессов перевозок, систем автоматизации и телекоммуникации на транспорте: материалы межрег. научно-практ. конф. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2010. – С. 99-102.
68. Рахмангулов А.Н. Система методов выбора места размещения логистического распределительного центра / Рахмангулов А.Н., Кайгородцев А.А. // Современные проблемы транспортного комплекса России: Межвуз. сб. науч. трудов. – Магнитогорск: МГТУ. 2012. № 2. – С. 23-37.
69. Рахмангулов А.Н. Методика формирования энергоэффективной транспортно-логистической инфраструктуры / Рахмангулов А.Н., Копылова О.А. // Современные проблемы транспортного комплекса России: Межвуз. сб. науч. трудов. – Магнитогорск: МГТУ. 2012. № 2. – С. 45-53.
70. Рахмангулов А.Н. Применение метода системной динамики для исследования факторов размещения элементов транспортно-логистической инфраструктуры / Рахмангулов А.Н., Копылова О.А. // Современные проблемы транспортного комплекса России: Межвуз. сб. науч. трудов. – Магнитогорск: МГТУ. 2012. № 2. – С. 92-97.

45

71. Рахмангулов А.Н. Типизация промышленных железнодорожных станций / Рахмангулов А.Н., Мишкuroв П.Н. // Современные проблемы транспортного комплекса России: Межвуз. сб. научн. трудов. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И.Носова. 2012. № 2. – С. 143-151.
72. Рахмангулов А.Н. Механизм оптимизации времени продвижения контейнерного потока / Корнилов С.Н., Рахмангулов А.Н., Акманова З.С., Фридрихсон О.В. // Вестник УрГУПС. 2012. № 2. – С. 67-74.

Рахмангулов Александр Нельевич

Методологические основы организации функционирования железнодорожных промышленных транспортно-технологических систем

Специальность 05.22.01 – Транспортные и транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте (технические науки).

#### А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени  
доктора технических наук

---

Подписано в печать 20 03/13      Формат 60x84/16      Тираж 100 экз.  
Печать офсетная.      Бумага для множит. апп.  
Усл.печ.л. 3,0      Заказ № 663

---