Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

Санкт-Петербургский государственный университет

Институт «Высшая школа менеджмента»

Совершенствование продвижения вагонопотоков

на припортовые станции ОАО «РЖД»

Выпускная квалификационная работа

студентки 4 курса

бакалаврской программы «Менеджмент»,

профиль – Логистика

**ИГНАТОВОЙ Татьяны Алексеевны**

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ (подпись)

Научный руководитель:

канд. физ.-мат. наук.,

старший преподаватель

ЗЯТЧИН Андрей Васильевич

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ (подпись)

«\_\_\_ » \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2016 г.

Санкт-Петербург

2016

Заявление о самостоятельном выполнении курсовой работы

Я, Игнатова Татьяна Алексеевна, студент 4 курса направления 080200 «Менеджмент» (профиль подготовки – Логистика), заявляю, что в моей выпускной квалификационной работе на тему «Совершенствование продвижения вагонопотоков на припортовые станции ОАО «РЖД»», представленной в службу обеспечения программ бакалавриата для публичной защиты, не содержится элементов плагиата. Все прямые заимствования из печатных и электронных источников, а также из защищённых ранее курсовых и выпускных квалификационных работ, кандидатских и докторских диссертаций имеют соответствующие ссылки.

Мне известно содержание п. 9.7.1 Правил обучения по основным образовательным программам высшего и среднего профессионального образования в СПбГУ о том, что «ВКР выполняется индивидуально каждым студентом под руководством назначенного ему научного руководителя», и п. 51 Устава федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет» о том, что «студент подлежит отчислению из Санкт-Петербургского университета за представление курсовой или выпускной квалификационной работы, выполненной другим лицом (лицами)».

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ (Подпись студента)

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_(Дата)

Оглавление

[Введение 4](#_Toc451775829)

[Глава 1 Характеристика компании 6](#_Toc451775830)

[1.1 История ОАО «РЖД» 6](#_Toc451775831)

[1.2 Логистический центр Октябрьской железной дороги 7](#_Toc451775832)

[1.3 Основные конкуренты 13](#_Toc451775833)

[1.4 PEST-анализ 17](#_Toc451775834)

[1.5 Описание бизнес-процессов 22](#_Toc451775835)

[1.6 Ресурсы: материальное и техническое обеспечение 25](#_Toc451775836)

[1.7 Описание выборки отправления и прибытия 29](#_Toc451775837)

[Вывод по первой главе: формулировка проблемных ситуаций компании 42](#_Toc451775838)

[Глава 2 Совершенствование организации продвижения вагонопотоков на припортовые станции 44](#_Toc451775839)

[2.1 Мультимодальные перевозки 44](#_Toc451775840)

[2.2 Организация сухих портов 50](#_Toc451775841)

[2.3 Имитационное моделирование системы железнодорожная станция – порт 55](#_Toc451775842)

[2.4 Проверка гипотез о законе распределения 58](#_Toc451775843)

[2.5 Моделирование в AnyLogic 68](#_Toc451775844)

[2.6 Линейное программирование 69](#_Toc451775845)

[2.6.1 Сетевая модель задачи. 73](#_Toc451775846)

[2.6.2 Математическая постановка задачи 73](#_Toc451775847)

[2.6.3 Математическая постановка задачи для линейного программирования 74](#_Toc451775848)

[2.6.4 Результаты моделирования 75](#_Toc451775849)

[Вывод по второй главе 80](#_Toc451775850)

[Заключение 81](#_Toc451775851)

[Список использованной литературы 84](#_Toc451775852)

Приложения……………………………………………………………………………..88

# Введение

Транспортная инфраструктура – это сложный комплекс, в который входят все виды транспорта: морской, железнодорожный, автомобильный, трубопроводный и речной. Она обеспечивает обмен товарами и услугами, поддерживает экономику страны. Транспортная инфраструктура России имеет стратегическое значение для функционирования страны в целом и ее отдельных регионов.

Железные дороги являются самым доступным и относительно недорогим видом транспорта в стране, как для грузоперевозок, так и для пассажироперевозок. От стабильной работы железных дорог зависит как деятельность промышленных предприятий, так и повседневная жизнь граждан. ОАО «РЖД» - третья по величине в мире железнодорожная компания. Экономика страны находится в большой зависимости от ее деятельности не только потому, что во многих случаях это единственный доступный способ транспортировки, но и по потому, что компания обеспечивает рабочими местами порядка миллиона человек.

Повышению эффективности железнодорожных грузоперевозок, которые практически не зависят от погодных условий, времени года, и позволяют осуществлять перевозки на дальние и сверхдальние расстояния, посвящено множество отечественных и зарубежных научных работ, что свидетельствует об актуальности данной темы. В данной выпускной квалификационной работе рассматривается взаимодействие железной дороги и морского торгового порта при осуществлении грузоперевозок.

Целью работы является: разработка методики и практических рекомендаций по управлению продвижения вагонопотоков на припортовые станции на примере ОАО «РЖД».

В ходе работы над данной темой были поставлены следующие задачи:

1. Определение основных грузоотправителей и грузополучателей ОАО «РЖД» и основных характеристик их операционной деятельности.
2. Изучение работы припортовых станций и их перерабатывающей способности.
3. Изучение объемов и номенклатуры отправляемых грузов.
4. Исследование динамики роста внешнеторговых перевозок.
5. Изучение основных конкурентов компании в области грузоперевозок.
6. Формулировка проблемных ситуаций.
7. Обзор литературы и лучших практик по данной теме.
8. Разработка методов и путей решения проблемы.

Объектом моего исследования является компания ОАО «РЖД», а в частности ее взаимодействие с морскими торговыми портами при мультимодальных перевозках.

Предметом исследования выступают проблемы, возникающие во время взаимодействия железной дороги и морского торгового порта, такие как:

1. нехватка вагонов под погрузку;
2. задержка поезда в пути следования;
3. необеспечение выгрузки.

Следствием этих проблем являются:

1. невыполнение нормативов по выгрузке;
2. появление отставленных от движения поездов;
3. материальные потери компании от отставленных от движения поездов в адрес морских портов;
4. появлению брошенных поездов, занимающих пути станции и мешающих осуществлять разгрузку.

Для изучения данных проблем был проведен глубокий анализ доступной информации, в качестве методов и инструментов исследования выступали:

1. глубинные интервью с представителями компании, опрос сотрудников логистический центра службы движения ОАО «РЖД»;
2. качественные методы исследования - кейс-метод, системный подход к оценке экономической эффективности деятельности компаний;
3. имитационное программирование в программном обеспечении AnyLogic;
4. статистическое тестирование гипотез о распределении выборок, предоставленных в ходе интервью с представителями компании;
5. использование линейного программирования в качестве метода решения возникшей проблемы.

В качестве источников информации были использованы:

1. информационные базы ОАО «РЖД»;
2. сайты российских и зарубежных компаний;
3. информационные и реферативные базы данных SCOPUS, Web of Knowledge, Elsevier, Springer, Ebrary;
4. аналитические отчеты;
5. результаты опросов менеджеров зарубежных и российских компаний.

# Глава 1 Характеристика компании

В данной главе представлены общие данные о компании ОАО «РЖД», кроме того описана организация деятельности ее подразделений. Для получения более полного представления о возникшей проблеме проведен анализ рынка грузоперевозок. Также для более релевантных выводов проанализированы данные, предоставленные представителями компании.

## 1.1 История ОАО «РЖД»

Железные дороги многие годы имеют стратегически важное значение для России. Строительство первой железнодорожной линии было начато более 170 лет назад. Они являются связующим звеном для экономической системы и наиболее доступным транспортом для граждан страны. От стабильной работы железных дорог зависит как деятельность промышленных предприятий, так и повседневная жизнь граждан.

ОАО «РЖД» – одна из самых крупных в мире железнодорожных компаний. Компания была учреждена Правительством РФ 18 сентября 2003 года.[[1]](#footnote-1) Деятельность компании была начата 1 октября 2003 года.

Целями деятельности ОАО «РЖД» являются – обеспечение потребностей государства, юридических и физических лиц в железнодорожных перевозках, работах и услугах, оказываемых железнодорожным транспортом, а также извлечение прибыли.[[2]](#footnote-2)

В основные виды деятельности компании включено:

1. осуществление грузовых перевозок;
2. осуществление пассажирских перевозок в дальнем сообщении;
3. осуществление пассажирских перевозок в пригородном сообщении;
4. предоставление услуг инфраструктуры;
5. предоставление услуг локомотивной тяги;
6. ремонт подвижного состава;
7. строительство объектов инфраструктуры;
8. научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы;
9. содержание социальной сферы.[[3]](#footnote-3)

Российские железные дороги являются одной из крупнейших транспортных систем мира – эксплуатационная длина путей – 85,2 тыс. км. В 2015 году доля железнодорожного транспорта в структуре грузооборота страны (с учетом трубопроводного транспорта) составила 45,3%.[[4]](#footnote-4)

В собственности ОАО «РЖД» также находится железнодорожная сеть, поделенная на 17 филиалов: Калининградская, Октябрьская, Московская, Юго-Восточная, Северо-Кавказская, Крымская, Северная, Горьковская, Куйбышевская, Приволжская, Свердловская, Южно-Уральская, Западно-Сибирская, Красноярская, Восточно-Сибирская, Забайкальская и Дальневосточная дороги.

В работе будет рассмотрен Северо-Западный регион, к которому относится Октябрьская железная дорога (филиал ОАО «РЖД») — железнодорожная компания, филиал ОАО «Российские железные дороги», занимающаяся эксплуатацией железнодорожной инфраструктуры северо-западных областей России. В состав дороги входит инфраструктура до Ленинградского вокзала Москвы, в том числе проходящая непосредственно по территории Москвы и Московской области.

Общая длина путей 10378,4 км, развёрнутая длина путей — 13323,762 км. Крупнейшим узлом Октябрьской железной дороги является Санкт-Петербург, где находится Управление дороги. Октябрьская дорога обеспечивает до 40% экспортных перевозок сети ОАО РЖД. В 2014 году железной дорогой завезено в порты 113,6 млн. тн. экспортных грузов. Октябрьская дорога обслуживает 25 операторов морских терминалов в 7 портах Северо-запада через 9 припортовых станций.[[5]](#footnote-5)

## 1.2 Логистический центр Октябрьской железной дороги

В конце 2007 года на базе портовой группы диспетчеров дорожного центра управления перевозками Октябрьской ж. д. (ДЦУП) и информационно-логистического центра дороги в рамках создающейся системы логистических центров ОАО «РЖД» при службе перевозок был создан Логистический центр Октябрьской железной дороги.[[6]](#footnote-6)

Основными целями работы центра являются:

1) Оптимизация продвижения вагонопотоков на припортовые станции.

2) Минимизация непроизводительных затрат от «брошенных» поездов на припортовые станции.

3) Обеспечение графикового проследования контейнерных и наливных поездов

4) Координация работы портов и пограничных переходов.

Перед Логистическим центром руководством ОЖД поставлены следующие задачи:

1) Согласование планов погрузки в адрес портов, соответствующих технико-технологическим способностям системы «железная дорога – порт».

2) Подготовка оперативных планов подвода поездов на припортовые станции, соответствующие требованиям припортовых станций, портов и терминалов.

3) Планирование и контроль за проследованием контейнерных поездов и наливных грузов по твердым ниткам графика.

4) Анализ поступления и сдачи поездов по пограничным переходам дороги.

5) Осуществление анализа структуры и конфигурации грузопотоков.

При выполнении возложенных на него обязанностей Центр находится в оперативном подчинении первого заместителя начальника Октябрьской железной дороги по технологической координации.

При обеспечении качества работы Центр руководствуется действующими на полигоне Октябрьской железной дороги документами системы менеджмента качества.

В целях выполнения возложенных задач Логистический центр службы движения выполняет следующие функции:

1) Разработка и внедрение технологических решений, являющихся основой комплексных транспортно-логистических услуг.

2) Обеспечение повышения эффективности использования пропускных способностей инфраструктуры и подвижного состава на полигоне Октябрьской железной дороги за счет поэтапного внедрения интегрированной технологии управления движением грузовых поездов по расписанию.

3) Координация работы всех подразделений ОАО «РЖД» (включая ДЗО) для обеспечения своевременного и качественного исполнения договорных обязательств перед клиентами.

4) Выбор внешних контрагентов с точки зрения оптимальной интеграции технологий для формирования и реализации дополнительных или комплексных транспортно-логистических услуг.

5) Взаимодействие с внешними контрагентами (операторы подвижного состава, морские транспортные компании, администрации морских портов и т.д.) в части интеграции технологий и координации действий всех участников процесса по оказанию клиентам совместных услуг по грузовым перевозкам, дополнительных или комплексных транспортно-логистических услуг.

6) Оперативный контроль исполнения договорных обязательств ОАО «РЖД» перед клиентами в части реализации технологической составляющей.

7) Месячное календарное планирование грузовых перевозок, дополнительных или комплексных транспортно-логистической услуг совместно с Коммерческим блоком Центра, в том числе формирование календарных расписаний погрузки и календарного отправления поездов, состоящих из вагонов различных операторов на одну нитку графика.

8) Расчет оборота вагонов по направлениям, родам и операторам подвижного состава на планируемый период исходя из разработанных технологических решений в рамках конкретных транспортно-логистических продуктов для формирования коммерческих условий перевозок.

9) Подготовка предложений по порядку нормирования и регулярному утверждению значений основных показателей работы подвижного состава в рамках комплексных транспортно-логистических услуг. Контроль соблюдения установленных значений.

10) Принятие оперативных решений по изменению плана погрузки грузов в рамках комплексных транспортных продуктов на полигоне Октябрьской железной дороги при изменении оперативной обстановки в портах, на пограничных переходах и предприятиях клиента.

11) Подготовка аналитических материалов по факторам, влияющим на качественное обслуживание клиентов и выполнению договорных обязательств ОАО «РЖД».

12) Организация системной работы и обеспечение оперативного контроля устранения факторов и причин, негативно влияющих на исполнение договорных обязательств и качественное обслуживание клиентов.

13) Оперативный контроль и учет выполнения клиентами согласованных заявок в рамках транспортно-логистических продуктов. Выявление причин невыполнения или перевыполнения планов погрузки, принятие соответствующих корректирующих мер.

14) Формирование управленческой отчетности по выполнению календарного плана выгрузки в рамках транспортно-логистических продуктов.

15) Разработка и реализация в оперативном порядке решений по корректировкам логистических схем движения подвижного состава различных собственников, работающих на полигонах, где применен принцип технологического обезличивания подвижного состава.

16) Разработка и системная реализация технологических решений по технологическому обезличиванию подвижного состава различных собственников.

Логистический центр ежесуточно составляет план подвода и вывоза поездов на припортовые станции дороги на основе анализа информации от дорог отправления и транзитных дорог, припортовых станций, получателей – портов и терминалов с учетом срока доставки груза.[[7]](#footnote-7)

Планирование подвода осуществляется на основании заявки начальника припортовой станции, составленной по согласованию с представителем порта. В заявке указывается: номер состава, груз и рекомендуемое время подвода поезда на станцию в соответствии с установленными нитками графика движения поездов. Заявка направляется начальником припортовой станции в логистический центр дирекции управления движением ежесуточно до 11 часов предшествующих суток. План подвода должен быть составлен таким образом, чтобы на шесть часов вечера на станции был запас вагонов под выгрузку на уровне не ниже суточной нормы. Данный запас не должен вызывать накопления невостребованных грузов.

Логистический центр взаимодействует в процессе своей деятельности с территориальным центром фирменного транспортного обслуживания (ТЦФТО), диспетчерским центром управления перевозками (ДЦУП), службой коммерческой работы в сфере грузовых перевозок (М), отделом графика движения поездов (ДГДП), отделом (сектором) организации работы локомотивов и локомотивных бригад (ДЛ), техническим отделом (ДТех), начальниками железнодорожных станций (ДС), отделом сроков доставки, территориальным центром организации работы станций (ДЦС).[[8]](#footnote-8)

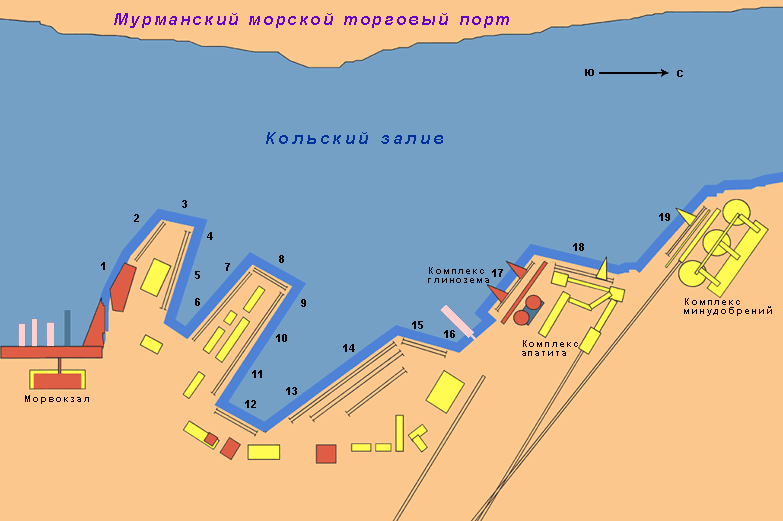
В ходе взаимодействия с подразделениями, участвующими в принятии решения по составлению месячного плана на перевозку грузов Логистический центр получает следующие информационные потоки:

1. ТЦФТО передает центру заявки на перевозку грузов от грузоотправителей в назначении на припортовые станции и пограничные переходы. Заявки приходит с интенсивностью один раз в месяц, а также при получении дополнительных заявок. Логистический центр анализирует заявки и выдвигает предложения по их согласованию.
2. Служба коммерческой работы в сфере грузовых перевозок сообщает центру перерабатывающие способности портов и терминалов по родам грузов и грузополучателям. Данная информация необходима для согласования заявок на перевозку и поступает по мере заключения договоров с портом. Также данная служба один раз в месяц анализ исполнения договоров на подачу-уборку вагонов.
3. Отдел графика движения поездов при внесении изменений в график движения поездов снабжает центр информацией относительно пропускных способностей участков дороги и пограничных переходов.
4. ДС припортовой станции оперативно сотрудничает с Логистическим центром и не реже двух раз в сутки сообщает оперативную обстановку: наличия свободных складских емкостей в порту, дестабилизирующие факторы: поломки технических средств, погодные условия, которые используются при составлении плана подвода поездов на припортовые станции.
5. ДЦУП, ДС пограничной станции оперативно сотрудничает с Логистическим центром и не реже двух раз в сутки сообщает оперативную обстановку на пограничных переходах для согласования поданных заявок на перевозку. Также данное подразделение сообщает о наличии груза на дороге, в подходе на сети дорог, припортовой станции, что необходимо знать при составлении плана подвода поездов на припортовые станции.
6. Отдел графика движения поездов (ДГДП) два раза в год предоставляет график движения контейнерных поездов.
7. ДС станции отправления по мере готовности поезда к отправлению сообщает информацию о готовности контейнерного поезда к отправлению.
8. ДЦУП постоянно информирует центр о фактическом проследовании контейнерного поезда, данная информация используется для анализа проследования поезда.
9. Отдел плана формирования поездов (ЦДПФ) по мере необходимости сообщает о соблюдении уровня маршрутизации перевозок грузов в направлении портов и погранпереходов.
10. Отдел графика движения поездов (ДГДП) оперативно сотрудничает с Логистическим центром и не реже двух раз в сутки сообщает о соблюдении установленного расписания движения поездов по твердым ниткам графика назначением в порты и погранпереходы.
11. Служба коммерческой работы в сфере грузовых перевозок (М) ежесуточно информирует о выполнении установленных нормативов выгрузки вагонов на припортовых станциях и передачи вагонов на паромных переправах.
12. Технический отдел при разработке технических условий и иной документации предоставляет информацию о развитии инфраструктуры припортовых станций, необходимую при определении стратегических параметров деятельности центра.[[9]](#footnote-9)

Результаты деятельности логистического центра подвергаются оценке по следующим критериям:

1. Выполнение плана подвода поездов на припортовые станции по номенклатуре грузов, обеспечивающего, при наличии груза, выгрузку не менее перерабатывающих способностей морских терминалов.
2. Динамика снижения количества вагонов в поездах, временно отставленных от движения, по сравнению с аналогичным периодом прошлого года.
3. Обеспечение выгрузки вагонов на припортовых станциях в соответствии с планом выгрузки.

Взаимодействие железной дороги и морского порта будет рассмотрено мною на примере «Мурманского морского торгового порта», находящегося на берегу Кольского залива Баренцева моря. Порт способен перевозит такие товары, как уголь, руда и удобрения. Крупнейшие объемы перевозок приходится на уголь, на примере которого и будет рассмотрено взаимодействие железная дорога – порт. Территориально порт делится на 3 района и является примером эффективного предоставления услуг клиентам путем подбора судовых партий строго по компаниям. Отсортированные вагоны с углем в согласованном количестве доставляются в порт и расставляются по фронтам выгрузки.



1. Мурманский торговый порт

## 1.3 Основные конкуренты

Большая часть Мурманского порта принадлежит Сибирской угольной энергетической компании (СУЭК), крупнейшему производителю угля в России. Компании производит добычу угля в семи регионах России: Красноярском, Забайкальском, Хабаровском и Приморском краях, Кемеровской области, Республиках Хакасия и Бурятия. Поставки угля производится на внутреннем и экспортном направлениях. Экспортируется уголь в первую очередь на быстрорастущее Азиатско-Тихоокеанское направление и на западное направление.[[10]](#footnote-10)

Грузовые перевозки возможно осуществить различными видами транспорта. Их достоинства и недостатки приведены в Таблице 1.[[11]](#footnote-11)

1. Характеристики видов транспорта

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид транспорта | Достоинства | Недостатки |
| Железнодорожный | * Высокая провозная и способность * Независимость от климатических условий * Возможность эффективной организации выполнения погрузочно-разгрузочных работ * Относительно низкие тарифы | * Ограниченное количество перевозчиков * Большие ка­питальные вложения в производственно-техническую базу * Недостаточно высокая сохранность груза |
| Морской | * Возможность межконтинентальных перевозок * Низкая себестоимость перевозок на дальние расстояния * Высокая пропускная способность | * Низкая скорость доставки Зависимость от погодных условий * Жесткие требования к упаковке и креплению грузов |
| Речной | * Высокие провозные способности на глубоководных реках * Низкая себестоимость | * Ограниченность перевозок Низкая скорость доставки грузов * Зависимость от неравномерности глубин рек и водоемов * Сезонность |
| Автомобильный | * Высокая доступность * Высокая гибкость * Возможность использования различных маршрутов и схем доставки * Высокая сохранность груза; * Большой выбор перевозчиков | * Низкая производительность * Зависимость от погодных и дорожных условий * Относительно высокая себестоимость перевозок на большие расстояния |

Продолжение Таблицы 1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид транспорта | Достоинства | Недостатки |
| Воздушный | * Самая высокая скорость доставки * Высокая надежность * Высокая сохранность | * Самая высокая цена перевозок * Материалозависимость и энергоемкость перевозок Зависимость от погодных условий |
| Трубопроводный | * Низкая себестоимость * Высокая пропускная способность * Высокая сохранность | * Ограниченность видов груза * Ограниченная доступность для грузов малых объемов |

На данный момент транспортировка каменного угля возможна следующими видами транспорта:

1. автомобильным (на небольшие расстояния);
2. железнодорожным (внутри страны, а также между государствами);
3. морским (для перемещения продукции между континентами).

Самым популярным и экономически выгодным способом транспортировки является использование железнодорожного транспорта. Это обусловлено особенностями железной дороги, которая обладает хорошей скоростью перемещения грузов, а также способностью одновременно транспортировать большие объемы груза.

Автомобильный транспорт используется в редких случаях (если в пункте назначения нет выхода к морю или железнодорожных путей) или, когда объем каменного угля небольшой. Для транспортировки данным видом транспорта необходимо обзавестись специальным транспортным средством. Кроме того, каменный уголь представляет собой весьма специфический материал. Ему требуются особые условия при транспортировке, поэтому неправильная погрузка в неподходящий транспорт может привести к большой потере при перевозке.

Наименьшей популярностью пользуются перевозки угля морским транспортом, однако для перемещения груза между континентами, на большие расстояния он незаменим. Такой способ транспортировки характеризуется медленной скоростью и высокой надежностью. Уголь засыпается в специальные контейнеры, что обеспечивает фактически стопроцентное сохранение первоначальных объемов в конечной точке доставки.[[12]](#footnote-12)

Также через порт на экспорт отправляются железная и марганцевая руда и химические и минеральные удобрения. Выгрузку данных грузов производят стивидорные компании ООО «Агросфера» и ОАО «Мурманский морской торговый порт». В обоих случаях перевозка железной дорогой является самым популярным и выгодным видом доставки грузов.

Железнодорожный транспорт – самый выгодный метод доставки массовых грузов, таких как каменный уголь, железная и марганцевая руда, нефть и нефтепродукты, которые обычно перевозят на сверхдальние расстояния. Это объясняется относительно близким расположением железнодорожных подъездных путей в пунктах грузоотправителей и грузополучателей при одновременном крупном потоке мелкопартионных грузов, что позволяет расширить возможности эффективного использования железнодорожного транспорта и дает возможность автоматизации грузовых операций, комплексной механизации, повышения качества перевозок.

1. Классификация перевозок

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Дальность | Тип перевозок | Рекомендованный тип транспорта |
| До 100-200 км | Короткие | Автомобильный  Железнодорожный |
| От 200 до 800 км | Средние | Железнодорожный  Водный внутренний  Автомобильный |
| От 800 до 1500 | Дальние | Железнодорожный  Морской  Воздушный  Водный внутренний |
| Свыше 1500-2000 км | Сверхдальние | Железнодорожный,  Морской  Воздушный |

## 1.4 PEST-анализ

Для анализа макросреды, влияющей на сферу грузовых железнодорожных перевозок, автором работы был проведен PEST-анализ и выявленный основные политические, экономические, социальные и технологические факторы внешней среды.

Политические факторы

* Вступление России во Всемирную торговую организацию (ВТО)
* Санкции
* Меры, стимулирующие операторов обновлять парк

Экономические факторы

* Государственное регулирование тарифных планов
* Процесс создания конкурентной рыночной среды
* Экономический кризис

Социальные факторы

* Платежеспособность населения
* Социальная ответственность

Технологические факторы

* Необходимость больших инвестиций в модернизацию
* Устаревание вагонного парка

Политические факторы

Программа реформирования железнодорожного транспорта предусматривает создание рыночной модели функционирования отрасли. Компании, выведенные из состава ОАО «РЖД» уже функционируют на транспортном рынке страны. Но для закрепления рыночных позиций и увеличения потенциала этим компаниям потребуется время, так они были созданы совсем недавно.

Вступление России во Всемирную торговую организацию (ВТО) является одним из политических факторов, влияющих на развитие отечественных транспортного и логистического рынка. Конкурентное давление со стороны зарубежных транспортных компаний может быть направлено в основном на рынок частных операторских перевозчиков. Активное государственное участие в развитии железнодорожного транспорта поможет обеспечить высокую конкурентоспособность железнодорожного транспорта как одной из системообразующих отраслей экономики при вступлении России в ВТО.

Экономические санкции также могут оказать негативное влияние на объемы перевозимых грузов, так как из-за ухудшения имиджа страны некоторые зарубежные компании отказываются от сотрудничества.

На рынке производства грузовых вагонов в последние годы наблюдается кризис перепроизводства, который угрожает остановкой вагоностроительных предприятий, которые по причине роста банковских кредитных ставок столкнулись с истощением оборотных средств. Правительство планирует применить экономические меры и заставить операторов покупать новые вагоны. Планируется введение экономических ограничений на использование отработавших свой эксплуатационный срок грузовых вагонов. Предлагается ввести повышенный коэффициент 1,48 на порожний пробег для универсальных вагонов, эксплуатирующихся за пределами назначенного срока службы. Это должно стимулировать операторов избавляться от старых вагонов и поможет поднять объемы продаж новых до уровня необходимой минимальной загрузки вагоностроительных предприятий на уровне около 40 тысяч вагонов в год. В результате эксплуатация вагонов с истекшим сроком службы станет дороже на 14,5%, что позволит поднять общую доходность операторов подвижного состава. [[13]](#footnote-13)

Экономические факторы

Сдерживающим фактором для рынка грузовых железнодорожных перевозок для рынка железнодорожных перевозок страны является государственное регулирование тарифных планов. Более того это негативно сказывается на рынке железнодорожных перевозок, усиливая конкуренцию со стороны других видов транспорта. Темпы инфляции значительно опережают индексацию железнодорожных тарифов. При этом постоянно растут тарифы на приобретение металлического сырья, топлива и других материалов, рост цен на которые опережает темпы инфляции. За десятилетний период железнодорожные тарифы были проиндексированы в 100 раз при росте цен в промышленности в 152 раза, при этом, за тот же период тарифы других производителей промышленной продукции увеличились следующим образом (Рисунок 2).[[14]](#footnote-14)

1. Рост тарифов в промышленности за 10 лет

Дефицит инвестиционных ресурсов, необходимых для достойной оплаты и охраны труда, а также для простого и расширенного воспроизводства основных фондов, стал одной из основных проблем железнодорожного транспорта. В условиях дефицита финансовых ресурсов затруднительно обеспечить необходимый комплекс мероприятий по обеспечению безопасности движения, что отрицательно сказывается на общих показателях безопасности и надежности перевозочного процесса.

Процесс создания конкурентной рыночной среды, являющийся одним из основных пунктов реформы железнодорожного транспорта, заключается в создании условий доступности инфраструктуры железных дорог для пользователей различных форм собственности путем демонополизации отдельных сфер его деятельности. Основной идеей развития конкурентной среды на железнодорожном транспорте является формирование и развитие системы компаний-операторов подвижного состава. На начало 2011 года на рынке операторов, предоставляющих железнодорожные грузовые вагоны, действовало множество независимых от ОАО «РЖД» компаний. Из них около 100 компаний имело в распоряжении вагонный парк более одной тысячи единиц. Существенное влияние на денежную долю рынка оказало и появление частных локомотивов, доля которых составляла около 3% от парка. Частные локомотивы в основном используются на маршрутах, которые были оптимизированы с точки зрения затрат. [[15]](#footnote-15)

На 2015 год на российском рынке операторов погружного состава относительно крупным парком вагонов обладали 12 компаний (Рисунок 3). Лидерами рынка являются «Первая грузовая компания» и «Федеральная грузовая компания», в тоже время компания «УВЗ-Логистик» является крупнейшим владельцем инновационного подвижного состава на российском рынке — свыше 7 тысяч единиц.[[16]](#footnote-16)

1. Парк операторов погружного состава

Экономический кризис негативно сказался на компаниях-операторах подвижного состава. В результате кризиса на финансовых рынках финансирование крупных сделок в промышленности стало невозможным для большинства российских предприятий. Из-за финансового кризиса под угрозой неисполнения оказались заказы на приобретение вагонов для обновления парка. В частности, самая крупная сделка 2014 года по приобретению вагонов «УВЗ-Логистик» в лизинг у Сбербанка свыше 10 тысяч вагонов. Однако, исполнение договора между Уралвагонзаводом и «УВЗ-Логистик» находится под угрозой из-за резкого повышения ставок по кредитам со стороны российских банков. [[17]](#footnote-17)

Кризис в производстве оказывает отрицательное влияние на объемы перевозок промышленных грузов. Также возможно снижение импорта продукции, поэтому многим компаниям не выгодно реализовать свою продукцию на внешних рынках по сегодняшним ценам. Более того, наблюдается переход высокодоходных перевозок грузов на другие виды транспорта. По предварительным оценкам экспертов, доля железнодорожных перевозок, переведенных только на автотранспорт за 2014 год, достигла до 1,5% по отношению к прошлому году. [[18]](#footnote-18)

Социальные факторы

Платежеспособность населения является одним из важнейших факторов внешней среды для ОАО «РЖД», как для компании предоставляющей услуги. Компания заинтересована в увеличении уровня социальных обязательств, предоставляемых государством населению. Ухудшения качества жизни населения и обострение таких социальных государственных проблем, как безработица, падение доходов населения, увеличения количества нищих, приводят к сокращению количества пользователей железнодорожного транспорта, что отрицательно сказывается на доходах компании.

ОАО «РЖД» является одним из крупнейших работодателей в Российской Федерации и несет огромную социальную ответственность перед тысячами людей. На начало 2015 года численность сотрудников ОАО составляла около 842 тысяч человек, около 1% российского населения трудоспособного возраста. [[19]](#footnote-19)

Технологические факторы

Без стабильного финансирования исследований и разработок невозможен технический прогресс и развитие технологий. Для составления успешной конкуренции по качеству работы свои западным коллегам необходимы большие инвестиции в модернизацию парка, что довольно трудно сделать при нынешней экономической ситуации. Уровень износа инфраструктуры на начало 2013 года составлял 86 %[[20]](#footnote-20)

Компании-операторы подвижного состава на настоящий момент не могут прекратить использование вагонов, срок службы которых истек. Парк вагонов в России по данным на 2015 год составляет 1218 тысяч вагонов, при этом порядка 300 тысяч из них уже превысили свой срок эксплуатации (Рисунок 4) Покупка новых вагонов по сегодняшним рыночным ценам является нерентабельным вложением средств. Тем не менее, государство планирует увеличить стоимость эксплуатации вагонов с запредельным сроком службы на 14,5% в целях стимулирования обновления парка.

1. Состояние вагонного парка операторов на 2015 год

Нежелание обновлять вагонный парк обуславливается еще и тем, что отечественные разработки существенно отстают от зарубежных аналогов. Но в тоже время, новые вагоны обладают повышенной грузоподъемностью и позволяют перевозить на 7-10% грузов больше меньшим количеством вагонов, увеличенным межремонтным пробегом, что снижает затраты на их обслуживание. Инновационные вагоны меньше воздействуют на рельсы, поэтому Федеральная служба по тарифам по правительственному поручению предоставила им особую схему тарификации, которая снизила стоимость порожнего пробега в зависимости от конкретной модели, расстояния перевозки и вида груза преференция составляет от 5% до 30%. [[21]](#footnote-21)

## 1.5 Описание бизнес-процессов

Основной задачей работы Логистического центра является месячное (основное) планирование объемов перевозок, которое включает в себя:

1. В срок до 20 числа месяца, предшествующего планируемому, из отдела планирования перевозок грузов Октябрьского ЦФТО по электронной почте в логистический центр поступают предварительные планы на погрузку грузов в адрес морских терминалов с разбивкой по станции назначения, грузополучателю, роду груза, станции отправления, дороге отправления и грузоотправителю.

2. Специалисты отдела информационного анализа и прогноза логистического центра на основании анализа принятых заявок, перерабатывающих способностей морских терминалов, оперативной поездной обстановки на сети дорог (наличие груза), Октябрьской железной дороге (наличие груза, наличие отставленных от движения поездов, плана проведения «окон») и ситуационного положения на припортовых станциях (наличие маневровых ресурсов, состояния инфраструктуры) и морских терминалах (состояние выгрузочных устройств, заполненность складских площадей, анализе графика подхода флота, состояния инфраструктуры), мнения начальников припортовых станций и представителей морских терминалов в установленные в заявке сроки принимает решение о согласовании приема груза к перевозке.

3. После принятия решения о приеме груза, в адрес ЦФТО, ЦД, (копия ЦЗС) отправляется телеграмма за подписью НЗ1 о согласованных объемах погрузки в адрес припортовых станций. В случае не подтверждения заявляемых объемов в телеграмме кратко указывается причина неприема груза.

4. После 20 числа месяца, предшествующего планируемому, начальник логистического центра принимает участие в совещании по планируемому завозу грузов в порты на предстоящий месяц, проводимом в ЦФТО.

5. Окончательное решение о приеме к перевозке груза в адрес припортовых станций принимает ЦФТО по согласованию с ЦД.

6. До 31 числа месяца, предшествующего планируемому, из отдела планирования перевозок грузов Октябрьского ТЦФТО по электронной почте поступают утвержденные планы на погрузку грузов в адрес морских терминалов с разбивкой по станциям назначения, грузополучателям, роду груза, станциям отправления, дороге отправления и грузоотправителю.

7. После поступления планы аккумулируются по получателям и основной номенклатуре и заносятся в электронные управляющие системы.

8. Для организации работы по выгрузке грузов планы отправляются по электронной почте начальникам припортовых станций.[[22]](#footnote-22)

Кроме основных заявок Логистический центр проводит планирование по дополнительным (срочным) заявкам, которое происходит следующим образом:

1. В течение планируемого периода в логистический центр по электронной почте из отдела планирования перевозок грузов Октябрьского ТЦФТО поступают на согласование заявки на срочные перевозки в адрес припортовых станций. В заявке указывается дорога отправления, станция отправления, грузоотправитель, грузополучатель, станция и морской терминал назначения, род груза, объем в вагонах и тоннах, период перевозки, а так же срок, в течение которого эта заявка должна быть рассмотрена.

2. Начальник отдела организации перевозки грузов логистического центра на основе аналитической информации, предоставленной специалистами отдела информационного анализа и прогноза, а также оперативной поездной обстановки на сети дорог (наличие груза), Октябрьской железной дороге (наличие груза, наличие отставленных от движения поездов, плана проведения «окон») и ситуационного положения на припортовых станциях (наличие маневровых ресурсов, состояния инфраструктуры) и морских терминалах (состояние выгрузочных устройств, заполненность складских площадей, анализе графика подхода флота, состояния инфраструктуры), мнения начальников припортовых станций и представителей морских терминалов в установленные в заявке сроки принимает решение о согласовании приема груза к перевозке.

3. При согласовании заявки на перевозку груза в заявке ставится отметка о согласовании и условия, при которых принимается груз к перевозке (равномерность погрузки в течение всего планируемого периода, отправление маршрутами и т.п.).

4. В случае отказа в приеме в заявке указывается краткая причина отказа (превышение над перерабатывающими способностями морского терминала, сверхнормативное наличие груза на сети и дороге, наличие брошенных поездов, нарушение графика подхода флота, отсутствие свободных складских емкостей, невыполнение норм выгрузки и т.п.)

5. В установленные в заявке сроки заявка с отметкой о согласовании приема или в отказе на прием груза отправляется по электронной почте в отдел планирования перевозок грузов Октябрьского ТЦФТО (копия в ЦФТО).

6. Окончательное решение о приеме груза к перевозке принимается ЦФТО ОАО «РЖД» по согласованию с Центральной дирекцией управления движением.

7. Начальник отдела организации перевозки грузов логистического центра ведет статистическую базу данных по принятым и отклоненным заявкам на морские терминалы.

8. Для оценки поездной ситуации на Октябрьской железной дороге и сети железных дорог используется специализированное программное обеспечение: ГИД Урал, АРМ ЦД, СИРИУС, ОСКАР, АСУ МР.

9. Для анализа принятых заявок по назначению, роду груза, объемам и графику погрузки используется система ЭТРАН.[[23]](#footnote-23)

После планирования и согласования со всеми сторонами объема перевозок товаров происходит работа с грузоотправителями, процесс загрузки/разгрузки товара, который включает в себя следующие этапы:

1) Погрузка согласованных объемов груза в вагоны соответствующего типа:

a. Планирование погрузки между компанией, подавшей заявку, и подразделениями ОАО «РЖД», отвечающими за ее обработку;

b. Фактическая погрузка согласованных объемов грузов.

2) Продвижение груженых вагонов по сети железных дорог:

a. Перемещение вагонов по сети дорог;

b. Ближний подвод вагонов на припортовые станции.

3) Выгрузка груза в месте назначения:

a. Подача вагонов под выгрузку согласованных объемов грузов;

b. Фактическая выгрузка согласованных объемов грузов.

## 1.6 Ресурсы: материальное и техническое обеспечение

На данный момент ОАО «РЖД» практически полностью принадлежит инфраструктура железнодорожного транспорта общего пользования, в частности, пути, путевые хозяйства, железнодорожные стации, устройства электроснабжения, сети связи, системы сигнализации, централизации и блокировки, и иные обеспечивающие функционирование этого комплекса здания, строения, сооружения, устройства и оборудование. В собственности ОАО «РЖД» также находится около 99 % всех магистральных локомотивов. Из общего количества имеющихся маневровых локомотивов 38 % принадлежит ОАО «РЖД» и 62 % различным собственникам путей необщего пользования.[[24]](#footnote-24)

После проведения реформы ОАО «РЖД», большая часть грузовых вагонов больше не являются собственностью компании, они принадлежат компаниям, не зависящим от РЖД. Это привело к образованию большого числа собственников вагонов, что существенно снижает основные показатели эффективности работы железнодорожного транспорта. Эксплуатация избыточного парка грузовых вагонов в условиях ограниченных пропускных способностей железнодорожной инфраструктуры привела к увеличению времени оборота вагона, снижению участковой скорости и ухудшению ряда других показателей.[[25]](#footnote-25)

Парк железнодорожных грузовых вагонов в России по данным на 2015 год составляет 1218 тысяч вагонов. На долю ОАО «РЖД» и его дочерних и зависимых компаний, приходится около 20% вагонного парка, оставшиеся 80 % вагонов – принадлежат различным собственникам. (Рисунок 5)[[26]](#footnote-26)

1. Количество вагонов, находящихся в собственности операторов на 2015 год

В собственности ОАО «РЖД» также находится железнодорожная сеть, поделенная на 17 филиалов: Калининградская, Октябрьская, Московская, Юго-Восточная, Северо-Кавказская, Крымская, Северная, Горьковская, Куйбышевская, Приволжская, Свердловская, Южно-Уральская, Западно-Сибирская, Красноярская, Восточно-Сибирская, Забайкальская и Дальневосточная дороги.

Мурманский торговый порт находится на территории Октябрьской железной дороги. Территориально Мурманский торговый порт делится на три района, каждый район обладает своей перерабатывающей способностью, вместимостью мест погрузки и выгрузки

1. Вместимость мест погрузки-выгрузки

|  |  |
| --- | --- |
| Район | Вместимость |
| I район | 170 шт |
| II район | 160 шт, 46 порт кранов |
| III район | 16 апатитовозов и 1 цс |

Мурманский торговый порт оснащен современным оборудованием, позволяющим качественно и в срок выполнять все операции по работе с грузами. Порт перегружает практически все виды сухих грузов посредством портовых кранов и автопогрузчиков с использованием универсальных схем механизации грузовых работ. Для вспомогательных, монтажных, строительных и других работ в порту также имеются автомобильные и гусеничные краны, экскаваторы, тракторы.

1. Техническое оснащение Мурманского торгового порта

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Тип оборудования | Наименование | Грузоподъемность/ емкость грейфера | Количество единиц |
| Портальные краны | «Сокол» | 16 тонн | 28 единиц |
|  | «Аист» | 18 тонн | 7 единиц |
|  | «Кондор» | 16 тонн | 2 единицы |
|  | «Альбрехт» | 10 тонн | 1 единица |
| Мобильные колесные грейферные погрузчики | «Сеннебоген» | от 1 до 2 м | 8 единиц |
| Мобильные гусеничные грейферные погрузчики | «Mantsinen» | от 3,6 до 5,5 м3 | 5 единиц |
| Экскаваторы | «JCB» | – | 4 единицы |
| Тракторы | «JCB» | – | 4 единицы |
| Компрессоры с комплектами отбойных молотков | – | – | 6 единиц |
| Вибронакладные машины | – | – | 6 единиц |
| Автопогрузчики | «Паус» и «Терекс» | – | 5 единиц |
|  | «Кальмар» | 32 тонны | 5 единиц |
| Ричстакеры | – | до 42 тонн | 2 единицы |
| Маневровые локомотивы | – | – | 3 единицы |

С точки зрения организации работы порта, наиболее благоприятным условием следует считать случай, когда количество грузов, прибывающих в порт морем, по объему и трудоемкости будет равно количеству грузов, отправляемых из порта морским путем. В таком случае создается возможность координации работы морского транспорта со смежными видами транспорта. При односторонних грузопотоках возникает трудность в подаче порожних транспортных средств под загрузку, поэтому необходимо создавать в порту складские емкости для накопления грузов. Кроме того, требуется дополнительная перевалка грузов внутри порта, что приводит к увеличению себестоимости перегрузки. В Мурманском торговом порте созданы следующие объемы складских емкостей.

1. Объем складских ёмкостей (норма), тыс. тонн

|  |  |
| --- | --- |
| Груз | Объем складских ёмкостей (норма), тыс. тонн |
| Руда | 10 тыс. тонн |
| Цветные металлы | 20 тыс. тонн |
| Черные металлы | 117,7 тыс. тонн |
| Уголь | 560 тыс. тонн |
| Прочие | 15 тыс. тонн |

Перерабатывающая способность станции - это наибольшее число грузовых поездов (соответствующее количество вагонов), которое может быть переработано станцией за сутки при передовой технологии работы, наилучшем использовании путевого развития и технического оснащения. Перерабатывающая способность порта зависит от времени года. В летний период она составляет 827 вагонов в сутки, в зимний период 777 вагонов в сутки.

1. Перерабатывающая способность тепл/хол период

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Груз | Теплый период (вагонов в сутки) | Холодный период (вагонов в сутки) |
| Уголь (выгрузка) | 600 | 550 |
| Апатиты (выгрузка) | 97 | 97 |
| Окатыши (выгрузка) | 56 | 56 |
| Марганцевая руда (погрузка) | 23 | 23 |

## 1.7 Описание выборки отправления и прибытия

В ходе интервью с представителями компании ОАО «РЖД» были получены данные по загрузке и выгрузке вагонов. В целях сохранения коммерческой тайны все данные были изменены, сохранена лишь общая динамика изменений, необходимая для анализа. По выгрузке компания предоставила информацию о количестве вагонов в среднем в сутки, выгружаемых в припортовых станциях Северо-Западного региона: Новый порт, Автово, Лужская, Мурманск, Комсомольск-Мурманский, Кола, Кандалакша, Высоцк, Выборг.

Для изучения географии, направления и возможных проблем продвижения грузопотоков был проведен анализ предоставленных выборок.

1. Общая структура грузовых перевозок

Через территорию России ОАО «РЖД» перевозит огромные потоки грузов. Основную часть данного потока составляют нефтяные грузы и каменный уголь, добываемые в угольных и нефтяных месторождениях Западной и Восточной Сибири. Значительную долю грузопотока занимают также черные металлы, хлебные, минерально-строительные и лесные грузы. Остальные грузы представляют собой незначительное количество, менее 1% от общих объемов перевозок, но в сумме дают около 30% грузооборота компании.

1. Структура грузовых перевозок в адрес морских портов

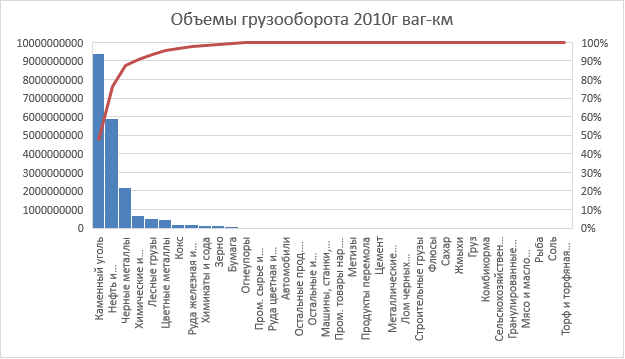
Структура перевозок в адрес морских портов несколько отличается от структуры общего грузооборота. В данном случае каменный уголь является основным грузом, на него приходится более половины объема грузооборота. Нефть и нефтепродукты занимают лишь, одну пятую часть. Значительны перевозимые объемы черных металлов и химических и минеральных удобрений. Остальные группы грузов в сравнении с крупнейшими обладают незначительными объемами грузооборота.

1. Грузооборот по регионам

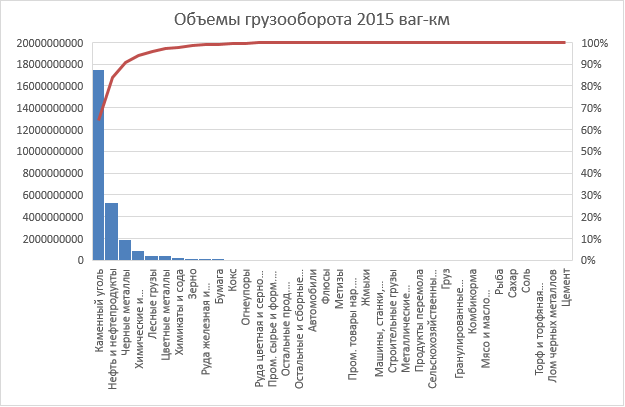
По данным о погрузке в адрес портов РФ было проведена разбивка по регионам отправления, чтобы выяснить, из каких регионов выходит наибольший поток грузов. Регионом с самым большим грузооборотом оказалась Кемеровская область, в которой находится Кузнецкий угольный бассейн, являющийся одним из самых крупных месторождений мира, и происходит добыча каменного угля и его дальнейшая транспортировка на экспорт, а также для внутреннего пользования страны.

1. Объемы грузооборота

Также по данным о погрузке были изучены объемы грузооборота в адрес всех морских портов России. Грузооборот был рассмотрен с 2010 по 2015 года. Как видно из графика (Рисунок 9), последние пять лет объем перевозимых грузов имел положительную динамику роста и увеличился примерно на 30%



1. Объемы грузооборота за 2010 год



1. Объемы грузооборота за 2015 год

Для выявления грузов, на которые приходится наибольший объем перевозок, были построены диаграммы Парето, из которых видно, что наибольшая часть перевозок приходится на каменный уголь, нефть и нефтепродукты, черные и цветные металлы, химические и минеральные удобрения и лесные грузы. Диаграммы представлены за 2010 и 2015, в целом за пять лет картина перевозимых грузов не изменилась, но заметно, что с течением времени на каменный уголь приходится все большая доля перевозок, а грузооборот других товаров стабилен, либо падает (Рисунок 10 и Рисунок 11).

1. Погрузка в порты Арктического и Балтийского бассейна за 2014 год тыс. тонн

На следующей гистограмме представлена погрузка в порты Балтийского и Арктического морских бассейнов. По графику видно, что в течение года происходят сильные колебания объемов погружаемых грузов, заметно, что в холодное время года объемы перевозимых грузов сокращаются. Разница между наименьшим и наибольшим объемами погрузки составляла примерно 20%. Пик грузооборота пришелся на апрель и май, а наибольшие спады перевозок мы можем наблюдать в январе, сентябре и декабре.

1. Общая выгрузка по портам Арктического и Балтийского бассейна за 2014 год, тыс. тонн

Аналогичная гистограмма представлена по выгрузке в портах Балтийского и Арктического морских бассейнов. В данном случае колебания имеют меньшую амплитуду и составляют порядка 10% от объемов грузооборота. Наибольшие объемы выгрузки приходятся на апрель, май и июль, а наименьшие на январь и февраль.

Далее по полученным данным был проведен более детальный анализ по погрузке и выгрузке грузов в Мурманском Морском торговом порту. Автором работы были получены следующие результаты (Рисунок 14).

1. Грузы, перерабатываемые в Мурманском морском торговом порту

Основными грузами, перевозимыми через Мурманский порт, являются каменный уголь, химические минеральные удобрения и железная и марганцевая руда. Мною был проведен анализ данных по регионам назначения данных видов грузов на экспорт.

1. Экспортные регионы назначения угля за 2015 год

Япония, Кипр и Великобритания – самые крупные страны-импортеры каменного угля, на их долю приходится около 70% экспорта. Крупные закупки также осуществляют Китай, Украина и Финляндия[[27]](#footnote-27). На данном графике отображены регионы, в которые каменный уголь отправляется для дальнейшего экспорта. Лидирующую позицию занимает Приморский край, откуда уголь экспортируется в Японию. Мурманская область находится в пятерке лидеров и обеспечивает экспорт угля на запад, годовые объемы экспорта составили 14 тысяч тонн.

1. Экспортные регионы назначения руды за 2015 год

Главными покупателями железной руды являются: Китай, Турция, Словакия, Украина, Япония, Великобритания, Чехия. Значительные объемы также экспортируются в другие страны Восточной Европы.[[28]](#footnote-28) Основным регионом назначения руды на экспорт является Белгородская область. Объемы руды, перевозимые через Мурманскую область, представляют собой значительное количество от общих объемов перевозок и равны порядка 1600 тоннам в год.

1. Экспортные регионы назначение минеральных удобрений за 2015 год

Основными импортёрами удобрений являются: Китай, Швейцария, Бразилия, США, Украина, Литва, Германия и др. страны. Санкт-Петербург – самый крупный регион, через который проходит экспорт минеральных удобрений. Мурманская область входит в крупнейшие регионы, участвующие в экспорте, за год через регион проходит 2700 тысяч тонн минеральных удобрений.

Из данных графиков можно сделать вывод, что Мурманская область, а в частности Мурманский торговый порт, играет значительную роль в экспортной перевозке грузов, с которыми он работает.

Для получения более полной картины о работе Мурманского порта, были рассмотрены данные по погрузке и выгрузке в порту всех грузов и в частности угля и провела их сравнительный анализ.

1. Погрузка в Мурманский морской торговый порт за 2015 год

На графике представлена погрузка грузов в Мурманский морской торговый порт за все месяцы 2015 года. На данном графике отражена погрузка всех видов грузов: каменного угля, химических и минеральных удобрений, железной и марганцевой руды и прочих грузов. Заметно прослеживается цикличность, пики погрузки приходятся на март, июнь и октябрь, а спады – на апрель и август.

1. Выгрузка в Мурманском морском торговом порту в 2015 году

Аналогичный график представлен по выгрузке в мурманском морском торговом порту за все месяцы 2015 годы. На графике отражены объемы общей выгрузки каменного угля, химических и минеральных удобрений и железной и марганцевой руды. В отличие от погрузки, объемы выгрузки не подвержены колебаниям и находятся примерно на одном уровне, около 670 вагонов в среднем в сутки.

1. Сравнение планируемых и фактических объемов погрузки и объемов выгрузки угля в Мурманском порту в январе 2015 года

На данном графике представлено сравнение планируемых и фактических объемов погружаемых грузов, отображена фактическая выгрузка и норматив по ней. Зеленые столбцы (левые столбцы на графике) отображают план по погрузке, красные столбцы (правые на графике) отображают фактическую погрузку. Как мы можем видеть, планируемая и фактическая погрузка могут сильно различаться как в большую, так и в меньшую сторону, что негативно сказывается на выгрузке и мешает слаженной работе порта. Пунктиром изображена фактическая выгрузка, а красной линией – нормативы по ней. В Мурманском торговом порту нормативы по выгрузке угля составляют 550 вагонов в сутки. Фактическая выгрузка колеблется довольно сильно, разность между наибольшей и наименьшей выгрузкой составляет порядка 200 вагонов. Данные проблемы приводят к невыполнению нормативов по выгрузке и появлению занимающих пути станции брошенных поездов, из-за которых невозможно увеличить объемы выгрузки.

1. Данные по погрузке и норме выгрузки угля в Мурманском морском торговом порту за февраль 2016 года

Также были предоставлены данные о посуточной погрузке грузов в порты за несколько месяцев. На данном графике представлены данные за февраль 2016 года. График отображает сравнение фактических объемов погрузки и норме выгрузки. Сравнительно сильные колебания объемов погрузки, иногда превышающие норму по выгрузке более, чем на 200 вагонов, приводят к проблемам организации своевременной выгрузки и появлению брошенных поездов.

1. Данные по погрузке и норме выгрузки угля в Мурманском морском торговом порту за март 2016 года

Аналогичный график был сделан по данным за март 2016 года. На нем также наблюдаются значительные колебания объемов погрузки, видны как превышение нормы выгрузки более, чем на 200 вагонов, так и недостача примерно такого же объёма.

## Вывод по первой главе: формулировка проблемных ситуаций компании

При перевозке экспортных грузов по железной дороге через морские порты, регулярно возникающие проблемы показывают, что остро стоит вопрос об организации четкой синхронной работы всех участников системы, отвечающей за продвижение торговых грузов по сетям железных дорог и отправления их на экспорт. Объемы перевозимых грузов постоянно увеличиваются, нормативы по выгрузке соответственно растут, например, в Мурманском морском торговом порту в 2013 году нормы по выгрузке были увеличены на 10% с 500 до 550 вагонов в сутки, при этом никаких инвестиций в развитие стации вложено не было. При этом основной проблемой является нарушение баланса системы движения грузовых поездов. У данной проблемы имеется несколько причин возникновения:

1. нехватка вагонов под погрузку;
2. задержка поезда в пути следования;
3. необеспечение выгрузки.

Для решения данной проблемы требуется тщательная проработка вопросов по технологии взаимодействия всех причастных структур и предприятий – центральной дирекции управления движением (ЦД), центра управления перевозками (ЦУП), центра фирменного транспортного обслуживания (ЦФТО), представителей грузоотправителей, собственников подвижного состава.

На данный момент российские железные дороги против пробок используют конвенционные запреты на погрузку в адрес тех грузополучателей, которые не справляются с переработкой идущего на них вагонопотока, но не всегда это дает нужный результат. Представители разгрузочных станций заявляют о необходимости увеличения разгрузочных мощностей станций, увеличении финансирования, предоставлении дополнительных ресурсов.[[29]](#footnote-29)

# Глава 2 Совершенствование организации продвижения вагонопотоков на припортовые станции

В данной главе проведен анализ литературы относительно проблем, возникающих при мультимодальных перевозках. Для разработки инструментария, совершенствующего операции планирования погрузки в адрес морских портов, предоставленные в ходе интервью выборки были протестированы для выявления их вида распределения, проведено имитационное моделирование. На завершающем этапе работы разработан инструментарий на основе линейного программирования.

## 2.1 Мультимодальные перевозки

Российская транспортная отрасль представляет собой единую транспортную систему, которая включает в себя сеть железных дорог, автомобильного, водного, морского и речного транспорта. Каждый вид транспорта играет важную роль при осуществлении грузоперевозок.Железнодорожный транспорт в России играет особую роль и является одним из наиболее эффективных видов транспорта при грузоперевозках. По железной дороге осуществляется значительный объем грузоперевозок, который практически не зависит от погодных условий, времени года, и позволяет осуществлять перевозки на дальние и сверхдальние расстояния. Но в некоторых случаях доставить груз только по железной дороге невозможно, требуется взаимодействие нескольких видов транспорта. Например: на Крайний Север грузы доставляются спомощью мультимодальных перевозок – взаимодействия железной дороги и речного транспорта.[[30]](#footnote-30) Продвижение поездов в связке железная дорога – морской порт также относится к мультимодальным перевозкам. (Рисунок 23)



1. Перевозка угля мультимодальным способом

Мультимодальными перевозками называют перевозки грузов с использованием различных видов транспорта. Под мультимодальным транспортом понимается комплекс видов транспорта, вовлеченных в перевозку груза на всем пути его следования. Мультимодальные перевозки многих видов грузов, таких, как каменный уголь, лесные грузы, строительные материалы, железная и марганцевая руда, хлебные грузы, происходят уже на протяжении многих лет, как в России, так и за рубежом.

Перевозчики по многим причинам обращаются к мультимодальным перевозкам, например: необходимость срочной доставки груза в труднодоступное место или перевозка груза на длинные расстояния и необходимость уменьшить издержки на перевозку.

Существует несколько преимуществ использования мультимодальных перевозок:

1. возможность использования преимуществ нескольких видов транспорта;
2. сокращение транспортных расходов;
3. использование единого транспортного документа;
4. электронный документооборот;
5. использование систем слежения за грузом.

Железнодорожный транспорт играет ключевую роль в развитии экономики нашей страны. Развитие внешнеторговых связей и увеличение экспортно-импортных грузопотоков за рубеж обуславливает значимость успешного взаимодействия железной дороги, портовых комплексов и припортовых железнодорожных станций, так как большая часть экспортных грузов проходит через железнодорожно-водные транспортные узлы. В условиях увеличивающего грузооборота выявились и усугубились проблемы взаимодействия железных дорог и морских портов. В России находятся 67 морских торговых портов, большинство работает с внешнеторговыми грузами, компаниями.[[31]](#footnote-31) В портах за погрузку и разгрузку грузов отвечают стивидорные компании, которых насчитывается более сотни. На один причал могут адресоваться грузы разной номенклатуры, что вызывает трудности в работе морского и железнодорожного транспорта.

Из-за специфики транспортной системы России обеспечение внешнеторговых перевозок происходит в основном за счет железных дорог, поскольку на их долю приходится около половины экспортно–импортных перевозок, большая часть которых осуществляется через морские порты.

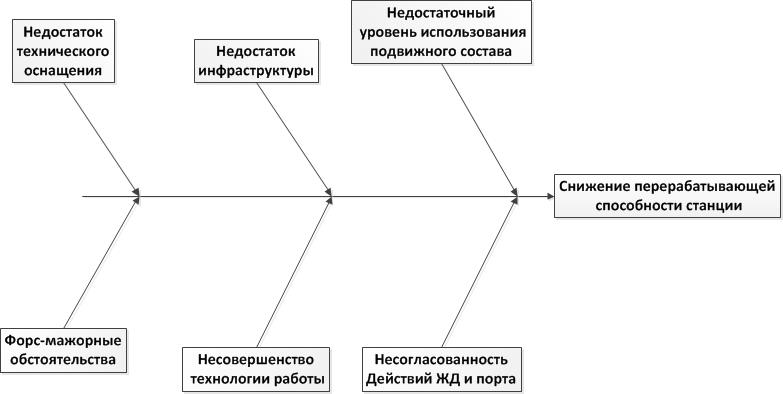
Анализ данных по объемам экспортных грузопоков, выгружаемых в морских портах за последние несколько лет. показывает, что идет устойчивый рост перевозок экспортных грузов в смешанном сообщении через порты (Рисунок 24).

1. Выгрузка в портах Арктического и Балтийского бассейна с 2010 по 2015 год

Положительная тенденция увеличения объёма перевозок, к сожалению, приводит к проблемам взаимодействия железнодорожного и морского транспорта и, как следствие, к появлению брошенных поездов на подходах к припортовым станциям.

Остро стоит проблема загруженности припортовых станций подвижным составом различных форм собственности, простаивающим в ожидании прибытия груза. Многие погранпереходы также не соответствуют современным требованиям, неразвитая инфраструктура, недостаток пропускной способности и слабые перевалочные мощности, тормозят развитие контейнерных перевозок.[[32]](#footnote-32)

Морские порты достигли предела своих возможностей, многие из них не в состоянии работать с таким количеством груза. Инфраструктура морских торговых портов еще не достаточно развита, многие не модернизировались с советских времен. Грузовые терминалы не обладают достаточными мощностями, необходимыми для работы с таким объемом грузопотока, многие виды погрузочно-разгрузочных работ выполняются устаревшими способами, иногда нанося вред вагонам. Не менее важной проблемой взаимодействия железной дороги и морских торговых портов является система управления смежными видами транспорта.



1. Проблемы, связанные с взаимодействием железной дороги и морского порта

На диаграмме Ишикава (Рисунок 25) представлены причины, негативно влияющие на перерабатывающую способность припортовой станции. На основании данной причинно-следственной диаграммы можно сделать вывод, что основными причинами являются:

1. проблемы с инфраструктурой и техническим оснащением;
2. проблемы с согласованностью действий участников системы;
3. недостаточная загрузка подвижного состава;
4. форс-мажорные обстоятельства.
5. Причины низкой перерабатывающей способности припортовых станции

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Причины | Влияющие факторы | |
| Неразвитость инфраструктуры и недостаток технического оснащения | Нерациональная планировка станции | Нехватка сортировочных путей и их малая длина |
| Малое количество вытяжных путей |
| Наличие враждебных маршрутов |
| Удаленность причалов порта |
| Низкая производительность оборудования | Нехватка маневровых локомотивов |
| Частые поломки оборудования |
| Устаревшее оборудование |
| Недостаточная перерабатывающая способность причалов порта | Нехватка ПРМ |
| Недостаточная емкость складов |
| Нехватка причалов |
| Недостаток длины грузовых фронтов |
| Отсутствие тепляков для оттаивания груза |
| Простои по причине сбоя расписания подхода судов |
| Недостаточно проработанная технология работы | Неоптимальная работа маневровых локомотивов | Нерациональная очередность подач вагонов на причалы порта |
| Ограниченное число вагонов в подаче |
| Долгий простой локомотива |
| Низкий уровень организации работы | Несовершенство технологии таможенного оформления грузов |
| Нехватка квалификации у работников |
| Устаревшие технологии разгрузки |
| Нехватка сотрудников для выполнения существующих объемов работ |

Продолжение Таблицы 7

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Причины | Влияющие факторы | |
| Отсутствие согласованности в действиях железной дороги и порта | Несогласованный подвод вагонов и судов | Плохая координация рабочего процесса |
| Отсутствие информации о подходе судов |
| Отсутствие логистических принципов управления продвижением грузопотоков |
| Неравномерное прибытие грузов в вагонах на станцию | Погрузка сверх заявки без учета перегрузочных возможностей порта |
| Нарушение графиков отгрузки |
| Неполное использование подвижного состава по мощности и времени | Небольшая грузоподъемность вагона | Недостатки конструкции вагона |
| Устаревший вагонный парк |
| Сверхнормативное время простоя вагонов на причалах порта | Запрет на погрузку вагонов собственников |
| Низкая доля вагонов, перегружаемых по прямому варианту |
| Частый ремонт вагонов на причалах порта |
| Длительное таможенное оформление грузов |
| Простои вагонов с замерзшим углем ввиду недостаточной производительности разогревающих устройств |
| Непредвиденные обстоятельства | Плохие погодные условия | Сильный ветер |
| Ледовая обстановка |
| Шторм |
| Недоработка нормативно-правовой базы | Отсутствует федеральный закон о смешанных перевозках |
| Отсутствие понятия и статуса оператора смешанной перевозки |

В данной таблице более подробно представлены причины неудовлетворительной работы морского порта и факторы, влияющие на их возникновение.

Увеличение объемов перевалки грузов, а, следовательно, и перерабатывающей способности припортовой станции, по мнению многих авторов, можно несколькими способами:

1. Построить дополнительные перевалочные мощности;
2. Соорудить сухой порт, что позволить быстрее освобождать пути станции и повысить оборот грузов. [[33]](#footnote-33)

## 2.2 Организация сухих портов

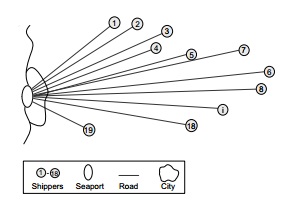
Основной причиной, ограничивающей процесс модернизации транспортной инфраструктуры российских портов, является тот факт, что большинство из них находится в непосредственной близости, либо в черте города, что налагает запрет на их расширение.

В мировой практике подобные проблемы решаются постройкой сухих портов. Он представляет собой находящийся за пределами порта мультимодальный терминальный комплекс, проводящий операции аналогичные операциям в порту: погрузка, выгрузка, сортировка, маркировка и другие операции.

Под сухим портом понимается терминал, расположенный вне границ территории порта, объединенный с портом единой технологией обработки грузов, за счет которой с территории порта выводятся операции, не связанные с перевалкой грузов с морского транспорта.[[34]](#footnote-34)

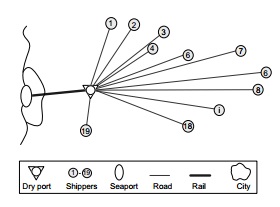
«Сухой порт», это терминал, выполняющий вместо морских портов такие транспортно-распределительные функции, как:

1. Координация взаимодействия различных видов транспорта.
2. Выполнение комплекса логистических операций с грузами:
   1. долгосрочное и краткосрочное хранение,
   2. формировка судовых и вагонных партий,
   3. укрупнение грузовых мест,
   4. таможенные процедуры,
   5. формирование железнодорожных маршрутов,
   6. экспедирование и переадресовка грузов.



1. Транспортная система без сухого порта

На Рисунке 26[[35]](#footnote-35) схематически изображена текущая ситуация во многих портах России. Кругами обозначены грузоотправители, заказывающие доставку из многих регионов в морской порт. Порт обозначен овалом и находится в непосредственной близости с городом, что делает невозможным увеличение его территории и мощностей.



1. Транспортная система с сухим портом

Рисунок 27 отображает обратную ситуацию. В данном случае вблизи морского порта был построен сухой порт. Теперь поток грузов от грузоотправителей, прежде чем он попадет в морской торговый порт, попадает в сухой порт, который берет на себя часть функций морского порта, таких как консолидация и расконсолидация грузов и многие другие.

В России зачастую в сухой порт вкладывают другое понятие, говоря о сухом порте, обычно имеют в виду припортовую станцию или контейнерный терминал, который осуществляет формировку контейнерных отправок в порт. Также нередко сухие порты называют тыловыми терминалами, что является некорректным. [[36]](#footnote-36)

Необходимость постройки сухих портов в России не подлежит сомнению, так как они могут разрешить множество проблем, вызванных недостаточной территорией морских портов. Остальные возможные варианты, такие, как расселение людей, перемещение зданий, находящихся в близости порта, либо слишком дороги, либо не представляется возможным реализовать, из-за возможности роста социальной напряженности.

Строительство полноценного сухого порта требует больших инвестиций. Государство на данный момент не заинтересовано в подобных вложениях, а частные компании не могут в одиночку обеспечить нужный объем финансирования из-за долгих сроков возврата и высоких рисков инвестирования.

В данных условиях может возникнуть ситуация, когда у каждого морского порта образуется несколько мелких сухих портов, как это было на Балтике с нефтеналивными терминалами, мощности которых невозможно было загрузить.[[37]](#footnote-37) Чтобы больше не допустить подобной, ситуации необходимо вмешательство государства. Для этого необходимы следующие меры:

1. Программа развития транспортно-логистической инфраструктуры страны, где будет затрагиваться организация и строительство сухих портов;
2. Финансирование данных программ из средств бюджета;
3. Активное вмешательство государства в вопрос строительства сухих портов.

При этом необходимо учитывать и географические особенности России. В Европе хорошо развит морской и речной водный транспорт, что обеспечивает регулярность и надежность грузоперевозок. В России основными перевозчиками выступают автомобильный транспорт и железные дороги. При строительстве сухих портов стоит брать в расчет, что сочетание морского, железнодорожного и автомобильного транспорта было бы наиболее эффективным.[[38]](#footnote-38) .

Таким образом, основными функциями морских портов являются:

1. накапливание грузов к отправке;
2. временное хранение порожних и груженых контейнеров;
3. осуществление таможенных операций и оформление транспортных документов.

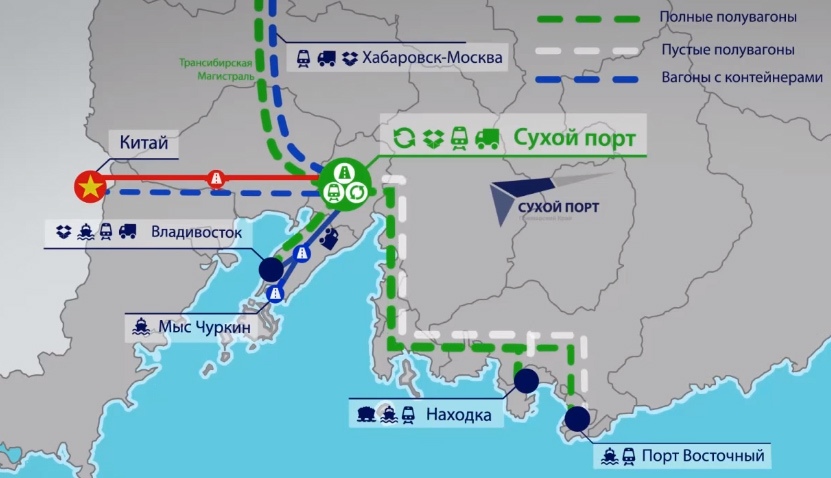
Более того, благодаря сухим портам возможно перенесение нагрузки с автомобильного транспорта на железнодорожный.

Сухие порты получили широкое распространение за рубежом, на их услуги существует большой спрос. В Европе в районах, где построены сухие порты, нет проблемы брошенных поездов, именно потому, что в портах промышленно развитых стран имеется хорошо оснащенные грузовые терминалы и склады с гибкой технологией погрузочно-разгрузочных работ.

Дополнительный комплекс услуг сухого порта может содержать:

1. составление оптимальной схемы грузоперевозки по требованиям грузоотправителей и грузополучателей;
2. возможность поиска и контроля продвижения железнодорожных вагонов;
3. обеспечение готовности грузов к таможенному досмотру, декларирование и взвешивание грузов;
4. обеспечение обработки и хранения груза на крытых и открытых площадках;
5. обеспечение готовности груза к погрузке и выгрузке, а также перегрузке и перевалке;
6. ускоренное отправление контейнерных поездов;
7. стивидорные работы;
8. прочие услуги (например, охрана).

На данный момент на территории России действует несколько сухих портов. Например, в 2006 году был открыт международный сухой порт в Екатеринбурге, расположенный там контейнерный терминал обеспечивает транспортировку и хранение железнодорожных и морских контейнеров с двумя железнодорожными ветками. В 2014 году во Владивостоке был открыт первый сухой порт на Дальнем Востоке[[39]](#footnote-39)(Рисунок 28).



1. Сухой порт во Владивостоке

Таким образом, несмотря на сложность постройки и организации работы сухих портов на территории РФ, наблюдается постепенное преодоление препятствий и успешное сооружение данных видов портов**.**

## 2.3 Имитационное моделирование системы железнодорожная станция – порт

Существует масса работ, посвященных имитационному моделированию железнодорожных станций и морских портов. Данный метод позволяет провести максимально приближенную к реальности имитацию ситуации и наглядно визуализирует необходимую описательную статистику.

Пользу имитационного моделирования для понимания и улучшения работы системы железнодорожная станция - морской порт можно рассмотреть на основе статьи «Имитационное моделирование системы «железнодорожная станция - морской порт» на примере Владивостокского транспортного узла» [[40]](#footnote-40), посвящённой имитационному моделированию припортовой станции Владивосток и ОАО «Владивостокский морской торговый порт». Данная модель позволяет определить максимальную пропускную способность транспортного узла при имеющемся оснащении в различных условиях. В качестве исходных данных для модели были использованы статистические данные и вероятностные значения.

При имитационном моделировании возможно исследования процесса переработки вагонопотока на станции и в порту, который состоит из следующих этапов:

1. прием поездов;
2. перемещение из приемоотправочного в сортировочный парк;
3. расформирование;
4. подача вагонов;
5. погрузочно-разгрузочные операции;
6. уборка вагонов с путей;
7. формирование составов;
8. подготовка составов к отправлению.

Для выполнения данных этапов имеются функционально-взаимодействующие объекты:

1. входные участки;
2. парк прибытия;
3. сортировочный парк;
4. вытяжные пути;
5. пути порта;
6. парк отправления; выходные участки.

Исходными данными для модели являются:

1. технические характеристики транспортного узла;
2. характеристики поездов (количество вагонов в составе, тип подвижного состава, род перевозимого груза).
3. Временные параметры



1. Технологическая схема обработки вагонопотоков

На Рисунке 29 указаны операции, которые влияют на работу системы «станция – порт» наиболее существенно, их необходимо рассмотреть, чтобы иметь представление о технологии переработки вагонопотоков, необходимой для имитационного моделирования.

Имитационная модель позволяет моделировать работу системы станции поэтапно, то есть производится деление системы на функциональные элементы:

1. приемо-отправочный парк;
2. сортировочный парк;
3. пути порта.

На этих этапах проводится анализ состояния транспортной единицы в моделируемой системе с заданной единицей модельного времени (минуты, часы, сутки).

Разработанная модель позволяет смоделировать работу станции в реальных условиях с учетом всех необходимых характеристик. С её помощью можно обнаружить узкие места в работе станции, а также установить предел вагонопотока, который сможет принять припортовая станция.

Имитационное моделирование также возможно применить для получения обоснований постройки сухого порта. Данная тема рассмотрена в статье «Использование имитационного моделирования для оценки перерабатывающей способности морских портов и обоснования необходимости сооружения «сухого» порта» на примере морского порта в Таганроге.[[41]](#footnote-41) В работе анализируются преимущества и недостатки методов выбора месторасположения сухих портов. Анализ данных методов показал, что имитационное моделирование можно использовать не только для оценки перерабатывающей способности морских портов, данный метод также эффективен для выбора места размещения сухого порта и расчета его основных параметров.

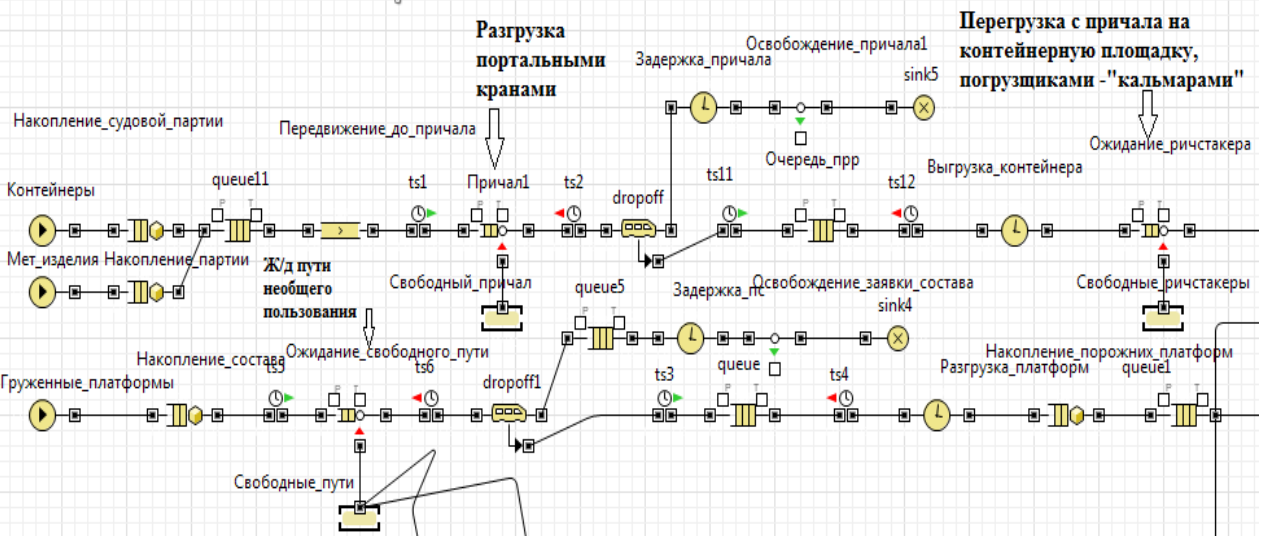
Определение параметров сухого порта, а также обоснование необходимости его создания предложено решить в два этапа:

1. Определение максимального значения пропускной и перерабатывающей способности, при которых выполняются заданные значения по объему и качеству работы;
2. Определение основных параметров сухого порта, обеспечивающих заданные значения параметров грузопотоков, с учетом прогноза увеличения их интенсивности.

При проведении данного эксперимента имитационная модель строилась в программе AnyLogic. В морской порт Таганрога поступают различные виды грузов: контейнерные грузы, каменный уголь, железная руда, мазут и другие виды грузов.

Модель состоит из трех «потоковых диаграмм», имитирующих технологические цепочки обработки определенных грузов. Особенностью технологии работы морского порта является относительная обособленность технологических цепочек обработки различных грузопотоков. Это означает, что для выполнения погрузочно-разгрузочных работ по разным грузопотокам используются различные причалы, погрузо-разгрузочные и транспортные средства (Рисунок.30).

Полученная имитационная модель позволяет произвести оценку пропускной и перерабатывающей способности морского порта, это достигается путем проведения серий экспериментов с различными значениями интенсивности и неравномерности грузопотоков и вагонопотоков.



1. Фрагмент потоковой диаграммы имитационной модели

С помощью полученной модели были проведены эксперименты, оценивающие среднее время простоя судов в морском порту в зависимости от интенсивности прибытия судов для различных значений неравномерности потока судов прибывающих в порт.

При анализе результатов моделирования были сделаны выводы, что сооружение сухого порта позволяет сократить среднее время простоя судов в рейде в полтора раза, тем самым снизить себестоимость переработки контейнера, увеличить пропускную и перерабатывающую способность причала и отдельных погрузо-разгрузочных и транспортных средств. В результате экспериментов с моделью авторами статьи планируется получить оптимальные значения основных параметров «сухого» порта – его месторасположения, вместимости и технической оснащенности.

В результате обзора литературы и лучших практик по теме, было принято решение сделать имитационную модель станции и разработать математическую модель линейного программирования для планирования погрузки в адрес порта.

## 2.4 Проверка гипотез о законе распределения

Для более точного построения имитационной модели были проанализированы предоставленные данные по погрузке и выгрузке на предмет их соответствия равномерному распределению. Анализируемые данные представляют собой погружаемое в адрес Мурманского порта и выгружаемое в нем количество вагонов в среднем в сутки за пять лет с 2010 года по 2015 год.

Данные по погрузке и по выгрузке обладают следующими параметрами.

1. Параметры выборки погрузки

|  |  |
| --- | --- |
| **Параметры выборки погрузки** | |
| n= | 72 |
| x min = | 882 |
| x max = | 1871 |
| ∆ = | 989 |
| r = | 6 |
| δ= | 164,8333 |

1. Параметры выборки выгрузки

|  |  |
| --- | --- |
| **Параметры выборки выгрузки** | |
| n= | 70 |
| x min = | 414 |
| x max = | 821 |
| ∆ = | 407 |
| r = | 6 |
| δ= | 67,83333 |

Так как объем обеих выборок превышает 50, то они являются непрерывными случайными величинами. Следовательно, необходимо построение интервальных статистических рядов.

1. Интервальный ряд для данных по погрузке

|  |  |
| --- | --- |
| **Интервальный ряд** | |
| Левая граница | **Правая граница** |
| 882 | 1047 |
| 1047 | 1212 |
| 1212 | 1377 |
| 1377 | 1541 |
| 1541 | 1706 |
| 1706 | 1871 |

1. Интервальный ряд для данных по выгрузке

|  |  |
| --- | --- |
| **Интервальный ряд** | |
| Левая граница | **Правая граница** |
| 414 | 482 |
| 482 | 550 |
| 550 | 618 |
| 618 | 685 |
| 685 | 753 |
| 753 | 821 |

Для построения эмпирической функции распределения , необходимо провести вспомогательные расчеты частоты и относительной частоты.

1. Частота и относительная частота для данных по погрузке

|  |  |
| --- | --- |
| **Частота** | **Относительная частота** |
| 1 | 0,013888889 |
| 3 | 0,041666667 |
| 12 | 0,166666667 |
| 23 | 0,319444444 |
| 16 | 0,222222222 |
| 17 | 0,236111111 |
| Сумма=72 |  |

1. Частота и относительная частота для данных по выгрузке

|  |  |
| --- | --- |
| **Частота** | **Относительная частота** |
| 2 | 0,028571429 |
| 5 | 0,071428571 |
| 14 | 0,2 |
| 15 | 0,214285714 |
| 16 | 0,228571429 |
| 18 | 0,257142857 |
| Сумма=70 |  |

Тогда эмпирические функции распределения будут иметь вид:

1. Эмпирическая функция распределения для данных по погрузке

|  |
| --- |
| Fn\*(x) |
| 0 |
| 0,013889 |
| 0,055556 |
| 0,222222 |
| 0,541667 |
| 0,763889 |
| 1 |
| 1 |

1. Эмпирическая функция распределения для данных по выгрузке

|  |
| --- |
| Fn\*(x) |
| 0 |
| 0,028571 |
| 0,1 |
| 0,3 |
| 0,514286 |
| 0,742857 |
| 1 |
| 1 |

На основе полученных данных мною были построены кумуляты – кривые накопленных частот.

1. Эмпирическая функция распределения для данных по погрузке
2. Эмпирическая функция распределения для данных по выгрузке

Для нахождения эмпирических плотностей распределения используются данные относительной чистоты и длины интервалов.

Полученные эмпирические плотности распределения имеют вид:

1. Эмпирическая плотность распределения для данных по погрузке

|  |
| --- |
| fn\*(x) |
| 0 |
| 8,43E-05 |
| 0,000253 |
| 0,001011 |
| 0,001938 |
| 0,001348 |
| 0,001432 |
| 0 |

1. Эмпирическая плотность распределения для данных по выгрузке

|  |
| --- |
| fn\*(x) |
| 0 |
| 0,000421 |
| 0,001053 |
| 0,002948 |
| 0,003159 |
| 0,00337 |
| 0,003791 |
| 0 |

Далее мною были построены гистограммы – графики плотности распределения.

1. Эмпирическая плотность распределения для данных по погрузке
2. Эмпирическая плотность распределения для данных по выгрузке

Описательная статистика выборок имеет следующий вид:

1. Описательная статистика для выборки по погрузке

|  |  |
| --- | --- |
| **Описательная статистика** | |
| Среднее | 1525,403 |
| Стандартная ошибка | 25,49315 |
| Медиана | 1525,5 |
| Мода | 1412 |
| Стандартное отклонение | 216,3166 |
| Дисперсия выборки | 46792,86 |
| Эксцесс | -0,18633 |
| Асимметричность | -0,2761 |
| Интервал | 989 |
| Минимум | 882 |
| Максимум | 1871 |
| Сумма | 109829 |
| Счет | 72 |
| Уровень надежности(95,0%) | 50,8319 |

1. Описательная статистика для выборки по выгрузке

|  |  |
| --- | --- |
| **Описательная статистика** | |
| Среднее | 673,3571 |
| Стандартная ошибка | 11,27571 |
| Медиана | 683,5 |
| Мода | 635 |
| Стандартное отклонение | 94,33936 |
| Дисперсия выборки | 8899,914 |
| Эксцесс | -0,18408 |
| Асимметричность | -0,41359 |
| Интервал | 407 |
| Минимум | 414 |
| Максимум | 821 |
| Сумма | 47135 |
| Счет | 70 |
| Уровень надежности(95,0%) | 22,49443 |

Для обеих выборок были найдены оценки математического ожидания (), дисперсии (несмещенную S2 и смещенную), среднеквадратического отклонения (S,), асимметрии, эксцесса, которые равны:

1. Оценки числовых характеристик для данных по погрузке

|  |  |
| --- | --- |
| **Оценки числовых характеристик** | |
| Оценка E[ξ] x¯ | 1525 |
| Оценка V[ξ] S2 | 46792,86 |
| Оценка Â a | -0,2761 |
| Оценка Ê e | -0,18633 |

1. Оценки числовых характеристик для данных по выгрузке

|  |  |
| --- | --- |
| **Оценки числовых характеристик** | |
| Оценка E[ξ] x¯ | 673,3571 |
| Оценка V[ξ] S2 | 8899,914 |
| Оценка Â a | -0,41359 |
| Оценка Ê e | -0,18408 |

Доверительные интервалы для математического ожидания и дисперсии для основной выборки равны:

1. Доверительные интервалы для выборки по порузке

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Доверительные интервалы** | | |
| Доверительная вероятность p = 0,95 | |  |
| Ф(Сα) = 0,475 |  |  |
| Сα = | 1,96 |  |
| Для математического ожидания | |  |
| α = P{x¯ - S\*Сα/√(n-1) < m < x¯ + S\*Сα/√(n-1)} | | |
| Лев. граница интервала m1 = | | 1475,08555 |
| Прав. граница интервала m2 = | | 1575,720006 |
| 0,95 = P{<E[ξ]<} |  |  |
| Для дисперсии |  |  |
| α = P{S2/|1 + Сα\*√2/(n-1)| < σ2 < S2/|1 - Сα\*√2/(n-1)|} | | |
| Лев. граница интервала v1 = |  | 45034,69729 |
| Прав. граница интервала v2 = | | 48693,8857 |
| 0,95 = P{<=σ2<=} |  |  |

1. Доверительные интервалы для данных по выгрузке

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Доверительные интервалы** | | |
| Доверительная вероятность p = 0,95 | |  |
| Ф(Сα) = 0,475 |  |  |
| Сα = | 1,96 |  |
| Для математического ожидания | |  |
| α = P{x¯ - S\*Сα/√(n-1) < m < x¯ + S\*Сα/√(n-1)} | | |
| Лев. граница интервала m1 = | | 651,0971801 |
| Прав. граница интервала m2 = | | 695,6171056 |
| 0,95 = P{<E[ξ]<} |  |  |
| Для дисперсии |  |  |
| α = P{S2/|1 + Сα\*√2/(n-1)| < σ2 < S2/|1 - Сα\*√2/(n-1)|} | | |
| Лев. граница интервала v1 = |  | 8556,195751 |
| Прав. граница интервала v2 = | | 9272,403819 |
| 0,95 = P{<=σ2<=} |  |  |

На основе полученных результатов мною была выдвинута гипотеза о том, что предоставленные для анализа данные по погрузке и выгрузке имеют нормальное распределение. Эта гипотеза была проверена с помощью критериев Пирсона и Колмогорова. Данные критерии подтвердили выдвинутую гипотезу, о нормальном распределении. Ход решения и полученные результаты имеют вид:

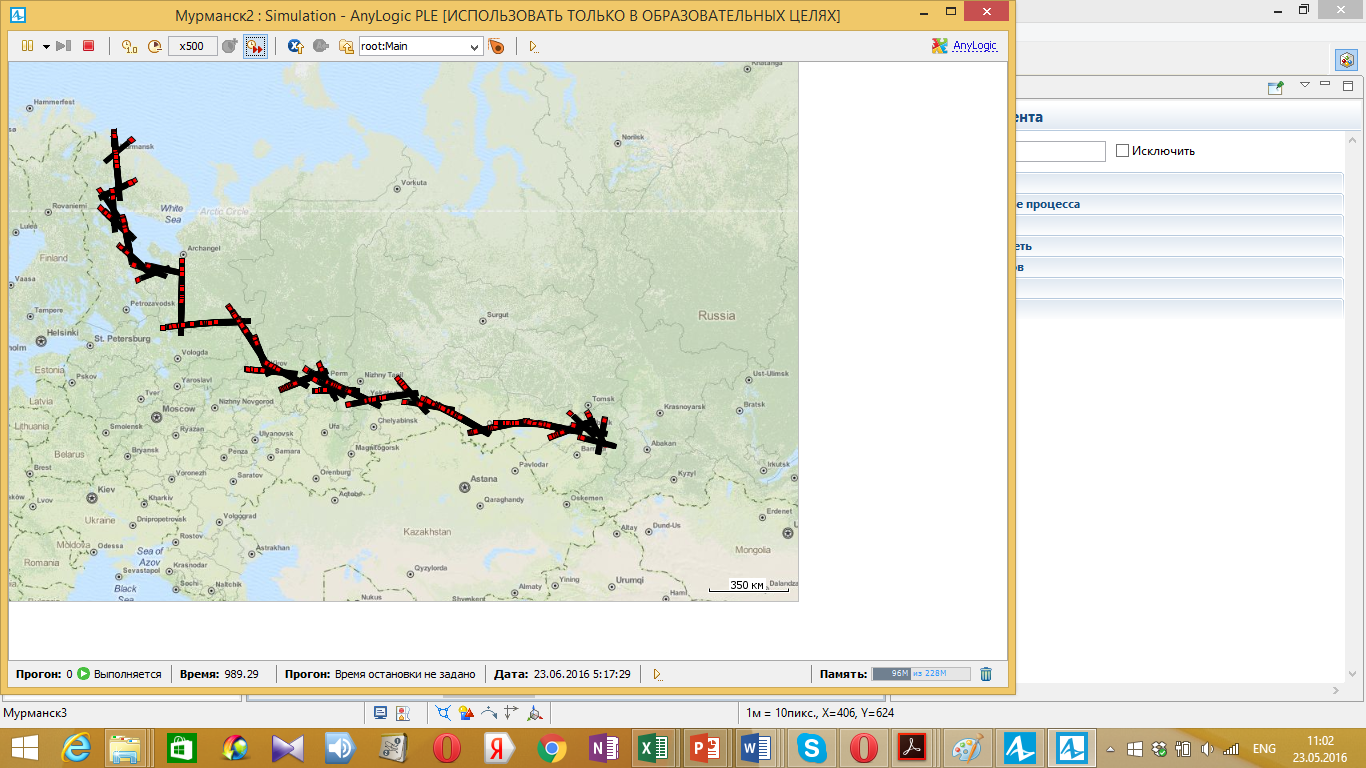
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Критерий Пирсона для выборки по погрузке | | | | | | | | |
| Выдвинем основную гипотезу, что данная случайная величина распределена по нормальному закону распределению. Альтернативная гипотеза: данная случайная величина не принадлежит нормальному распределению. Так как параметры данной случайной величины не известны, будем использовать их оценки: | | | | | | |  |  |
|  |  |
| X чертой = | 1525,31 |
|  |  |  |  |  |  |  | S= | 200,76 |
|  | **Ho:** | **ξ Є N(-0.04;1.01)** |  |  |  |  |  |  |
|  | **Ha:** | **ξ ¢ N(-0.04;1.01)** |  |  |  |  |  |  |
| Интервалы |  | l(i) | p(i) | p(i)\*n | (l(i)-p(i)\*n)^2 | ((l(i)-p(i)\*n)^2)/n\*p(i) |  |  |
|  | 882,000 | 0 |  | 0 |  |  |  |  |
| 882,000 | 1046,833 | 1 | 0,009 | 0,6176036 | 0,146 | 0,237 |  |  |
| 1046,833 | 1211,667 | 3 | 0,051 | 3,6382651 | 0,407 | 0,112 |  |  |
| 1211,667 | 1376,500 | 12 | 0,170 | 12,251972 | 0,063 | 0,005 |  |  |
| 1376,500 | 1541,333 | 23 | 0,303 | 21,782615 | 1,482 | 0,068 |  |  |
| 1541,333 | 1706,167 | 16 | 0,284 | 20,474168 | 20,018 | 0,978 |  |  |
| 1706,167 | 1871,000 | 17 | 0,184 | 13,235376 | 14,172 | 1,071 |  |  |
| 1871,000 |  | 0 |  | 0 | 0,000 |  |  |  |
|  |  | 72 | 1,000 |  | Z\*= | 2,470 |  |  |
| Вспомогательная таблица: | |  |  |  |  |  |  |  |
| X(i) | (X(i)-Xчертой)/S | Ф((X(I)-Xчертой)/S) | p(i) | Для | ню= r-2-1= | 3,000 | Т.к. Z\*<K2, то принимаем  основную гипотезу |  |
| минус бесконечность | минус бесконечность | -0,500 | 0,001 | 1-a =0,05 | K2= | 7,815 |  |
| 882,000 | -3,204 | -0,499 | 0,008 |  | Z\*= | 2,470 |  |
| 1046,833 | -2,383 | -0,491 | 0,051 |  |  |  |  |  |
| 1211,667 | -1,562 | -0,441 | 0,170 |  |  |  |  |  |
| 1376,500 | -0,741 | -0,271 | 0,303 | Для | ню= r-2-1= | 3,000 | Т.к. Z\*<K2, то принимаем  основную гипотезу |  |
| 1541,333 | 0,080 | 0,032 | 0,284 | 1-a =0,1 | K2= | 6,251 |  |
| 1706,167 | 0,901 | 0,316 | 0,141 |  | Z\*= | 2,470 |  |
| 1871,000 | 1,722 | 0,457 | 0,043 |  |  |  |  |  |
| плюс бесконечность | плюс бесконечность | 0,500 | 1,000 |  |  |  |  |  |

Данные о критерии Колмогорова для выборки по погрузке (Приложение 1), Колмогорова для выборки по выгрузке (Приложение 2), Пирсона для выборки по выгрузке (Приложение 3) отражены в разделе приложений.

## 2.5 Моделирование в AnyLogic

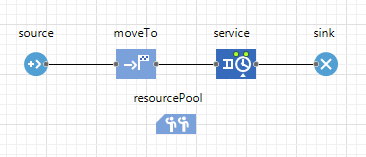
После тестирования и подтверждения гипотез о нормальном характере распределения выборки была построена модель в программе AnyLogic.

Модель построена для каменного угля, он погружается в Кемеровской области и отправляется в Мурманский морской торговый порт. Отправление вагонов задано нормальным распределением normal (8,8; 1,3) в день, вагоны движутся со средней скоростью 4 м/с, в каждом поезде порядка 60 вагонов, вес вагона около 70 тонн. На Рисунке 35 изображено продвижение вагонопотока с углем в морской порт.



1. Грузопоток вагонов с углем

Схема имитационного моделирования выглядела следующим образом (Рисунок 36). На ней изображены: источник, оператор движения, оператор сервиса и завершающий оператор. Каждый вагон находится на разгрузке (оператор сервиса) около 20 минут.



1. Схема имитационного моделирования

После проведения моделирования было заметно, что некоторые поезда проходят разгрузку сразу по прибытии, а другие вынуждены становиться в очередь, быть отставленными от движения. Для решения этой проблемы была составлена задача линейного программирования, представляющая собой частный случай задачи о максимальном потоке.

## 2.6 Линейное программирование

Для наиболее полного анализа вагонопотоков в адрес Мурманского порта мне были предоставлены данные о ежедневной фактической погрузке за несколько месяцев 2016 года. В Мурманский порт доставляются грузы трех видов с 6 дорог: Западно-Сибирской, Красноярской, Октябрьской, Приволжской, Московской и Северной

1. География поставок грузов Мурманского порта

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Дорога | Регион | Вид груза |
| Западно-Сибирская | Кемеровская область | Каменный уголь |
| Красноярская | Республика Хакасия | Каменный уголь |
| Октябрьская | Мурманская область | Руда железная и марганцевая |
| Приволжская | Саратовская область | Химические и минеральные удобрения |
| Московская | Курская область | Руда железная и марганцевая |
| Северная | Вологодская область | Химические и минеральные удобрения |

Для ближайшего рассмотрения были взяты данные о погрузке каменного угля с Западно-Сибирской и Красноярской дорог за февраль и март. Расстояние между Западно-Сибирской (Кемеровская область) дорогой и Октябрьской дорогой (Мурманская область) составляет около 4800 километров, данное расстояние при средней скорости равной 300 км/сутки грузовой поезд преодолевает примерно за 16 суток. Расстояние между Красноярской (Республика Хакасия) дорогой и Октябрьской дорогой (Мурманская область) составляет около 5300 километров, данное расстояние при средней скорости равной 300 км/сутки грузовой поезд преодолевает примерно за 17 суток.

1. Нормативы доставки грузов до Октябрьской железной дороги

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Дорога | Скорость | Расстояние | Сроки доставки |
| Западно-Сибирская | 300 км/ч | 4800 км | 16 дней |
| Красноярская | 300 км/ч | 5300 км | 17 дней |

Сначала были проанализированы данные за февраль. В этот месяц поставки в Мурманский порт велись только с Западно-Сибирской дороги. В приведенной ниже таблице отображены избыток и недостаток на каждый день месяца, образовавшиеся при осуществленном в феврале плане погрузки. Норма выгрузки угля на станции Мурманск равна 550 вагонам в сутки. Из таблицы видно, что к началу марта неразгруженными остались 274 вагона.

1. Данные о погрузке и выгрузке угля в Мурманском морском торговом порту в феврале 2016 года

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | Остаток | Недостаток | Избыток | Сумма | Норма |
| 1 | 533,5072 | 0 | 16,49275 | 0 | 517,0145 | 550 |
| 2 | 574,5463 | 0 | 0 | 24,54627 | 574,5463 | 550 |
| 3 | 473,4501 | 24,54627 | 52,00358 | 0 | 445,9928 | 550 |
| 4 | 519,4939 | 0 | 30,50607 | 0 | 488,9879 | 550 |
| 5 | 483,4597 | 0 | 66,54033 | 0 | 416,9193 | 550 |
| 6 | 472,4492 | 0 | 77,5508 | 0 | 394,8984 | 550 |
| 7 | 425,4045 | 0 | 124,5955 | 0 | 300,8089 | 550 |
| 8 | 563,5358 | 0 | 0 | 13,5358 | 563,5358 | 550 |
| 9 | 401,3816 | 13,5358 | 135,0826 | 0 | 279,8349 | 550 |
| 10 | 577,5491 | 0 | 0 | 27,54912 | 577,5491 | 550 |
| 11 | 433,4121 | 27,54912 | 89,03879 | 0 | 371,9224 | 550 |
| 12 | 494,4701 | 0 | 55,52987 | 0 | 438,9403 | 550 |
| 13 | 538,512 | 0 | 11,48799 | 0 | 527,024 | 550 |
| 14 | 581,5529 | 0 | 0 | 31,55293 | 581,5529 | 550 |
| 15 | 571,5434 | 31,55293 | 0 | 53,09634 | 603,0963 | 550 |
| 16 | 598,5691 | 53,09634 | 0 | 101,6655 | 651,6655 | 550 |
| 17 | 437,4159 | 101,6655 | 10,91866 | 0 | 528,1627 | 550 |
| 18 | 538,512 | 0 | 11,48799 | 0 | 527,024 | 550 |
| 19 | 519,4939 | 0 | 30,50607 | 0 | 488,9879 | 550 |
| 20 | 430,4092 | 0 | 119,5908 | 0 | 310,8185 | 550 |
| 21 | 598,5691 | 0 | 0 | 48,56911 | 598,5691 | 550 |
| 22 | 485,4616 | 48,56911 | 15,96932 | 0 | 518,0614 | 550 |
| 23 | 570,5425 | 0 | 0 | 20,54246 | 570,5425 | 550 |
| 24 | 554,5272 | 20,54246 | 0 | 25,0697 | 575,0697 | 550 |
| 25 | 606,5767 | 25,0697 | 0 | 81,64642 | 631,6464 | 550 |
| 26 | 649,6176 | 81,64642 | 0 | 181,2641 | 731,2641 | 550 |
| 27 | 562,5348 | 181,2641 | 0 | 193,7989 | 743,7989 | 550 |
| 28 | 736,7004 | 193,7989 | 0 | 380,4994 | 930,4994 | 550 |
| 29 | 443,4216 | 380,4994 | 0 | 273,921 | 823,921 | 550 |

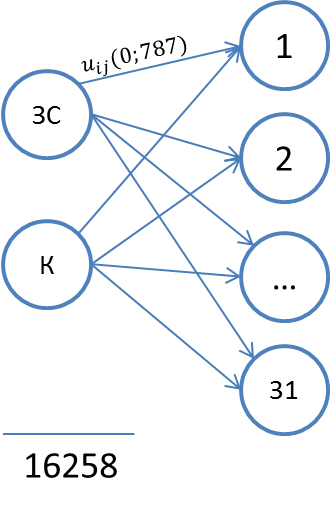
Аналогичным образом были рассмотрены данные за март. В марте уголь в Мурманский порт приходил с Западно-Сибирской и Красноярской дорог. Сумма прибывших грузов, с учетом разных сроков доставки, показана во втором столбце таблицы. В приведенной ниже таблице отображены избыток и недостаток на каждый день месяца, образовавшиеся при осуществленном в марте плане погрузки. Расчеты производились с учетом 274 вагонов оставшихся неразгруженными с февраля. Норма выгрузки угля на станции Мурманск равна 550 вагонам в сутки. Из таблицы видно, что к началу апреля неразгруженными остались 134 вагона.

1. Данные о погрузке и выгрузке в Мурманском морском торговом порту в марте 2016 года

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | Остаток | Недостаток | Избыток | Сумма | Норма |
| 1 | 562,5348 | 274 | 0 | 286,5348 | 836,5348 | 550 |
| 2 | 586,5577 | 286,5348488 | 0 | 323,0925 | 873,0925 | 550 |
| 3 | 481,4578 | 323,0925382 | 0 | 254,5503 | 804,5503 | 550 |
| 4 | 565,5377 | 254,5503003 | 0 | 270,088 | 820,088 | 550 |
| 5 | 577,5491 | 270,0880042 | 0 | 297,6371 | 847,6371 | 550 |
| 6 | 605,5758 | 297,6371283 | 0 | 353,2129 | 903,2129 | 550 |
| 7 | 786,748 | 353,2128997 | 0 | 589,9609 | 1139,961 | 550 |
| 8 | 575,5472 | 589,9609268 | 0 | 615,5081 | 1165,508 | 550 |
| 9 | 532,5063 | 615,5081475 | 0 | 598,0144 | 1148,014 | 550 |
| 10 | 579,4242 | 598,0144457 | 0 | 627,4387 | 1177,439 | 550 |
| 11 | 558,531 | 627,4386784 | 0 | 635,9697 | 1185,97 | 550 |
| 12 | 485,4616 | 635,9697205 | 0 | 571,4313 | 1121,431 | 550 |
| 13 | 613,5834 | 571,4312894 | 0 | 635,0147 | 1185,015 | 550 |
| 14 | 541,5149 | 635,0146743 | 0 | 626,5295 | 1176,53 | 550 |
| 15 | 649,6176 | 626,5295377 | 0 | 726,1472 | 1276,147 | 550 |
| 16 | 673,6846 | 726,1471834 | 0 | 849,8318 | 1399,832 | 550 |
| 17 | 470,4473 | 849,8318296 | 0 | 770,2791 | 1320,279 | 550 |
| 18 | 472,4492 | 770,2791231 | 0 | 692,7283 | 1242,728 | 550 |
| 19 | 308,2931 | 692,72832 | 0 | 451,0214 | 1001,021 | 550 |
| 20 | 337,3207 | 451,02144 | 0 | 238,3422 | 788,3422 | 550 |
| 21 | 275,2617 | 238,342159 | 36,39612675 | 0 | 477,2077 | 550 |
| 22 | 280,2665 | 0 | 269,7335273 | 0 | 10,53295 | 550 |
| 23 | 343,3264 | 0 | 206,6735709 | 0 | 136,6529 | 550 |
| 24 | 411,3911 | 0 | 138,6088561 | 0 | 272,7823 | 550 |
| 25 | 549,5225 | 0 | 0,477523117 | 0 | 549,045 | 550 |
| 26 | 613,5834 | 0 | 0 | 63,58338 | 613,5834 | 550 |
| 27 | 553,5263 | 63,58338494 | 0 | 67,10967 | 617,1097 | 550 |
| 28 | 614,5843 | 67,10966857 | 0 | 131,694 | 681,694 | 550 |
| 29 | 533,5072 | 131,6940052 | 0 | 115,2013 | 665,2013 | 550 |
| 30 | 535,5092 | 115,2012551 | 0 | 100,7104 | 650,7104 | 550 |
| 31 | 583,5548 | 100,7104083 | 0 | 134,2652 | 684,2652 | 550 |

Так как за несвоевременную разгрузку вагонов ОАО «РЖД» вынуждено платить штрафы, автором работы была разработана модель линейного программирования, целевой функцией которой является минимизация простоя вагонов в ожидании разгрузки в порту.

### 2.6.1 Сетевая модель задачи.



1. Сетевая модель

На графе (Рисунок 35) изображены грузопотоки с Западно-Сибирской и Красноярской дорог за все дни марта. За март необходимо отправить 16258 вагонов с углем. Максимальный грузопоток в каждый из дней может достигать 787 вагонов в сутки.

В задаче линейного программирования будут рассмотрены объёмы погрузки каменного угля Западно-Сибирской и Красноярской дорог за каждый день марта 2016 года.

### 2.6.2 Математическая постановка задачи

### 2.6.3 Математическая постановка задачи для линейного программирования

Целевая функция:)

где

1. Нормативные сроки доставки для модели линейного программирования

|  |  |
| --- | --- |
| Нормативные сроки доставки (дни) Cij | |
| Западно-Сибирская | Красноярская |
| 16 | 17 |

На некоторые дни отправления с Красноярской дороги, а именно с 5 по 7, 9, с 12 по 19 и с 22 по 27, стоят ограничения на количество отправляемых вагонов от 60 до 131, так как груз необходимо отправить строго в эти дни. Границы ограничений обусловлены тем, что менее 60 вагонов и более 131 вагона с углем в день с данной дороги не отправляют. Суммарный спрос Красноярской дороги, равный 1238, должен быть удовлетворен в указанные выше дни месяца. В остальные дни марта, а именно с 1 по 4, 8, 10, 11, 20, 21 и с 28 по 31 грузопоток с Красноярской дороги равен нулю.

### 2.6.4 Результаты моделирования

В результате проведения расчетов в Microsoft Excel с помощью надстройки Solver методом Simplex, который представляет собой алгоритм решения оптимизационной задачи линейного программирования путём перебора вершин выпуклого многогранника в многомерном пространстве, с установлением всех указанных выше ограничений, были получены следующие результаты (Таблица 29).

В первом столбике указаны дни прибытия груза на Октябрьскую дорогу. Груз, отправляемый с Западно-Сибирской дороги, прибывает на 17 день месяца, так как нормативный срок доставки 16 дней. Груз, отправляемый с Красноярской дороги, прибывает на 18 день месяца, так как нормативный срок доставки 17 дней.

Во втором столбике находятся значения суммарного количества вагонов, прибывших в указанный день месяца на Октябрьскую дорогу.

В третьем столбце отображены значения количества вагонов, оставшихся неразгруженными в прошлый день. За первый день отражен остаток, равный 274 вагонам, который образовался из вагонов, отправленных в адрес Мурманского морского порта в феврале.

В четвертом и пятом столбике указаны значения недостатка и избытка вагонов, образовавшихся в данный день месяца. Они определяются отклонением в большую сторону от пропускной способности порта в случае избытка, и в меньшую сторону от пропускной способности в случае недостатка.

В шестом столбце указана сумма вагонов прибывших на разгрузку в мурманский порт в данный день месяца.

В последнем столбце указа пропускная способность Мурманского торгового порта по углю, равная 550 вагонам в сутки.

1. Результаты линейного программирования

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| День | Суммарный грузопоток | Остаток | Недостаток | Избыток | Сумма | Пропускная способность |
| 17 | 276 | 274 | 0 | 0 | 550 | 550 |
| 18 | 550 | 0 | 0 | 0 | 550 | 550 |
| 19 | 550 | 0 | 0 | 0 | 550 | 550 |
| 20 | 550 | 0 | 0 | 0 | 550 | 550 |
| 21 | 550 | 0 | 0 | 0 | 550 | 550 |
| 22 | 550 | 0 | 0 | 0 | 550 | 550 |
| 23 | 550 | 0 | 0 | 0 | 550 | 550 |
| 24 | 550 | 0 | 0 | 0 | 550 | 550 |
| 25 | 550 | 0 | 0 | 0 | 550 | 550 |
| 26 | 550 | 0 | 0 | 0 | 550 | 550 |
| 27 | 550 | 0 | 0 | 0 | 550 | 550 |
| 28 | 550 | 0 | 0 | 0 | 550 | 550 |
| 29 | 550 | 0 | 0 | 0 | 550 | 550 |
| 30 | 550 | 0 | 0 | 0 | 550 | 550 |
| 31 | 550 | 0 | 0 | 0 | 550 | 550 |
| 1 | 522 | 0 | 28 | 0 | 550 | 550 |
| 2 | 550 | 0 | 0 | 0 | 550 | 550 |
| 3 | 550 | 0 | 0 | 0 | 550 | 550 |
| 4 | 550 | 0 | 0 | 0 | 550 | 550 |
| 5 | 550 | 0 | 0 | 0 | 550 | 550 |
| 6 | 550 | 0 | 0 | 0 | 550 | 550 |
| 7 | 550 | 0 | 0 | 0 | 550 | 550 |
| 8 | 550 | 0 | 0 | 0 | 550 | 550 |
| 9 | 550 | 0 | 0 | 0 | 550 | 550 |
| 10 | 550 | 0 | 0 | 0 | 550 | 550 |
| 11 | 550 | 0 | 0 | 0 | 550 | 550 |
| 12 | 550 | 0 | 0 | 0 | 550 | 550 |
| 13 | 550 | 0 | 0 | 0 | 550 | 550 |
| 14 | 550 | 0 | 0 | 0 | 550 | 550 |
| 15 | 550 | 0 | 0 | 0 | 550 | 550 |
| 16 | 60 | 0 | 0 | 0 | 60 | 550 |

В приведенной ниже таблице показаны получившиеся в результате программирования оптимальные значения количества вагонов, которые должны быть отправлены с Западно-Сибирской и Красноярской дорог в каждый день марта. Данное количество отправляемых вагонов позволяет избежать появления вагонов, стоящих в очереди на разгрузку более суток. В 31 день месяца по результатам расчетов отравляется 60 вагонов, данное количество не достигает 490 вагонов до пропускной способности станции. Данный запас обеспечивает как гибкость при планировании, в случае проблем с погрузкой часть вагонов можно отправить в этот день, так и возможность для увеличения объема перевозок.

1. Результаты линейного программирования по дорогам

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Западно-Сибирская | Красноярская |
| 1 | 276 | 0 |
| 2 | 550 | 0 |
| 3 | 550 | 0 |
| 4 | 550 | 0 |
| 5 | 550 | 131 |
| 6 | 419 | 131 |
| 7 | 419 | 60 |
| 8 | 490 | 0 |
| 9 | 550 | 60 |
| 10 | 490 | 0 |
| 11 | 550 | 0 |
| 12 | 550 | 60 |
| 13 | 490 | 60 |
| 14 | 490 | 60 |
| 15 | 490 | 60 |
| 16 | 462 | 60 |
| 17 | 490 | 60 |
| 18 | 490 | 60 |
| 19 | 490 | 60 |
| 20 | 490 | 0 |
| 21 | 550 | 0 |
| 22 | 550 | 60 |
| 23 | 490 | 60 |
| 24 | 490 | 60 |
| 25 | 490 | 60 |
| 26 | 490 | 60 |
| 27 | 490 | 76 |
| 28 | 474 | 0 |
| 29 | 550 | 0 |
| 30 | 550 | 0 |
| 31 | 32 | 0 |

В Таблице 31 показано количество вагонов, которые действительно были отправлены с Красноярской и Западно-Сибирской дорог. В результате выполнения данного сценария в конце марта 134 вагона оказались не разгружены.

1. Изначальное количество вагонов, отправляемых с Западно-Сибирской и Красноярской дорог

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Западно-Сибирская | Красноярская |
| 1 | 563 | 0 |
| 2 | 587 | 0 |
| 3 | 481 | 65 |
| 4 | 566 | 65 |
| 5 | 578 | 65 |
| 6 | 541 | 0 |
| 7 | 722 | 0 |
| 8 | 510 | 65 |
| 9 | 533 | 0 |
| 10 | 514 | 65 |
| 11 | 559 | 66 |
| 12 | 485 | 65 |
| 13 | 549 | 131 |
| 14 | 475 | 66 |
| 15 | 585 | 65 |
| 16 | 543 | 66 |
| 17 | 404 | 65 |
| 18 | 407 | 0 |
| 19 | 242 | 0 |
| 20 | 272 | 0 |
| 21 | 275 | 0 |
| 22 | 280 | 65 |
| 23 | 278 | 65 |
| 24 | 346 | 65 |
| 25 | 484 | 66 |
| 26 | 548 | 65 |
| 27 | 488 | 62 |
| 28 | 553 | 0 |
| 29 | 534 | 0 |
| 30 | 536 | 0 |
| 31 | 584 | 0 |

В Таблице 32 сравниваются суммарное количество вагонов действительно отправившихся с обеих дорог в Мурманский торговый порт в данный день месяца и количество вагонов, которые должны быть отправлены с точки зрения результатов линейного программирования.

1. Посуточное сравнение отправляемого количества вагонов

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Линейное программирование | Реальная ситуация |
| 1 | 276 | 563 |
| 2 | 550 | 587 |
| 3 | 550 | 481 |
| 4 | 550 | 566 |
| 5 | 681 | 578 |
| 6 | 550 | 606 |
| 7 | 479 | 787 |
| 8 | 490 | 576 |
| 9 | 610 | 533 |
| 10 | 490 | 579 |
| 11 | 550 | 559 |
| 12 | 610 | 485 |
| 13 | 550 | 614 |
| 14 | 550 | 542 |
| 15 | 550 | 650 |
| 16 | 522 | 674 |
| 17 | 550 | 470 |
| 18 | 550 | 472 |
| 19 | 550 | 308 |
| 20 | 490 | 337 |
| 21 | 550 | 275 |
| 22 | 610 | 280 |
| 23 | 550 | 343 |
| 24 | 550 | 411 |
| 25 | 550 | 550 |
| 26 | 550 | 614 |
| 27 | 566 | 554 |
| 28 | 474 | 615 |
| 29 | 550 | 534 |
| 30 | 550 | 536 |

Для того, чтобы сделать наиболее объективные выводы был проведен сравнительный анализ полученных в обоих случаях результатов. Тридцать первый день месяца был исключен из расчетов как выброс из выборки.

1. Сравнительный анализ результатов

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Линейное программирование | Реальная ситуация |
| Минимум | 276 | 275 |
| Максимум | 681 | 787 |
| Разброс | 405 | 511 |
| Количество вагонов, не разгруженных к концу месяца | 0 | 134 |
|

Как видно из Таблицы 33, разброс значений, получившийся в результате линейного программирования, меньше разброса, получившегося в действительности, примерно на 21%, что говорит о снижении неопределенности относительно количества отправляемых вагонов.

Также в таблице сравнивается количество вагонов, не разгруженных к концу месяца. В результате использования значений, получившихся в результате линейного программирования, образования вагонов неразгруженных к концу месяца удалось избежать.

Данная задача является частным случаем задачи о максимально потоке. Получившаяся модель масштабируема, аналогичные результаты можно получить как в случаи оптимизации отправки железной и марганцевой руды и химических минеральных удобрений в адрес Мурманского морского торгового порта, так и для грузов, отправляемых в адрес любого другого торгового порта.

## Вывод по второй главе

В данной главе описана текущая ситуация организации мультимодальных перевозок в России и за рубежом. Разъяснены понятие сухого порта и необходимость его постройки, проанализированы работы по имитационному моделированию, связанные с работой системы железнодорожная станция – морской порт.

Для решения проблемы, возникшей в Мурманском морском торговом порту, были протестированы гипотезы о характере распределения выборки, проведено имитационное моделирование, разработан масштабируемый инструментарий линейного программирования, позволяющий лучшим образом планировать погрузку и снижающий вероятность возникновения больших очередей на разгрузку в порту.

# Заключение

В настоящее время железнодорожный транспорт играет одну из ключевых ролей в развитии экономики практически любой страны, Россия не является исключением. Основная функция железнодорожного сообщения – своевременное и полное решение задач, необходимых для функционирования народного хозяйства, а также удовлетворение потребностей населения в перевозках, увеличение эффективности и производительности работы транспортной инфраструктуры.

Целью работы было совершенствование продвижения вагонопотоков на припортовые станции ОАО «РЖД».

В результате проведенной работы, были решены следующие поставленные задачи:

1. Описаны основные грузополучатели и грузоотправители ОАО «РЖД», основные регионы назначения грузов, основные регионы погрузки грузов, абсолютным лидером среди которых является Кемеровская область, где добывается каменный уголь. Проведен анализ транзитных и экспортных грузоперевозок. Более подробно рассмотрены грузы, отправляющиеся в адрес Мурманского морского торгового порта, сортируемые там и отправляемые на экспорт.
2. Изучена работа припортовых станций на примере станции Мурманск, выявлено ее техническое обеспечение, организация плана работ и перерабатывающая способность.
3. Изучены объемы и номенклатуры отправляемых грузов, как в масштабе всей страны, так и масштабе Северо-Западного региона и, в частности, Мурманского морского торгового порта. Представлены наглядные диаграммы и проведен их детальный анализ.
4. Исследована динамика роста внешнеторговых перевозок как в масштабе всей страны, так и масштабе Северо-Западного региона и, в частности, Мурманского морского торгового порта. Проанализированные данные представлены в виде диаграмм, поделенных по видам грузов и регионам назначения.
5. Изучены основные конкуренты компании в области грузоперевозок, которыми являются автомобильный и морской транспорт. Показаны достоинства и недостатки каждого вида транспорта и критерии, от которых зависит их выбор.
6. Проведен Pest-анализ грузовых перевозок.
7. Сформулированы проблемные ситуации, возникающие при взаимодействии железной дороги и морского порта. Проблемы выявлены на примере взаимодействия Октябрьской железной дорого и Мурманского морского торгового порта.
8. Проведен обзор литературы и лучших практик по данной теме, в частности, проанализировано значение мультимодальных перевозок для страны и качество их организации, описаны сухие порты, как один из методов решения проблем, проанализировано решение проблемы с помощью методов имитационного моделирования.
9. Разработаны методы и пути решения проблемы:
   1. Проведено тестирование выборок по погрузке и выгрузке за пять лет и выявлено, что они соответствуют нормальному распределению;
   2. На основе данных о выборках простроена модель в AnyLogic, отражающая текущую ситуацию на припортовой станции;
   3. Создана задача линейного программирования, которая выступает в качестве основного метода решения проблемы.

При анализе данных было выявлено, что проблемы, регулярно возникающие при перевозке экспортных грузов по железной дороге через морские порты, показывают, что остро стоит вопрос об организации четкой синхронной работы всех участников системы, отвечающей за продвижение торговых грузов по сетям железных дорог и отправления их на экспорт. При этом основной проблемой является нарушение баланса системы движения грузовых поездов. У которой имеется несколько причин возникновения:

1. нехватка вагонов под погрузку;
2. задержка поезда в пути следования;
3. необеспечение выгрузки.

Для решения возникших проблем была создана задача линейного программирования, которая является частным случаем задачи о максимально потоке. Получившаяся модель масштабируема, аналогичные результаты можно получить как в случаи оптимизации отправки железной и марганцевой руды и химических минеральных удобрений в адрес Мурманского морского торгового порта, так и для грузов, отправляемых в адрес любого другого торгового порта.

В работе отражены результаты, получившиеся в ходе линейного программирования. Разброс значений по погрузке, получившийся в результате линейного программирования, меньше разброса, получившегося в действительности, примерно на 21%, что говорит о снижении неопределенности относительно количества отправляемых вагонов. Также в было проанализировано количество вагонов, не разгруженных к концу месяца. В результате использования значений, получившихся в результате линейного программирования, образования вагонов неразгруженных к концу месяца удалось избежать, что говорит о том, что компании удастся избежать штрафов за простой вагонов.

# Список использованной литературы

1. О создании открытого акционерного общества «Российские железные дороги»: постановление Правительства РФ от 18.09.2003 года № 585 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_44411/> (дата обращения: 11.12.2015).
2. Общая информация о компании ОАО «РЖД» [Электронный ресурс] // Министерство транспорта и дорожного хозяйства республики Татарстан. – Режим доступа: <http://mindortrans.tatarstan.ru/rus/o_company.htm> (дата обращения: 20.01.2016).
3. Устав железнодорожного транспорта Российской Федерации: федер. закон от 10.01.2003 N 18-ФЗ (ред. от 06.04.2015) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/cons/CGI/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=40444> (дата обращения: 15.12.2015).
4. Совет директоров ОАО «РЖД» положительно оценил деятельность компании по повышению эффективности в 2015 году [Электронный ресурс] // сайт компании ОАО «РЖД». – Режим доступа: <http://press.rzd.ru/news/public/ru?STRUCTURE_ID=654&layer_id=4069&refererLayerId=4065&refererVpId=1&refererPageId=704&id=87924> (дата обращения: 18.12.2015).
5. Новости Октябрьской дороги [Электронный ресурс] // сайт компании ОАО «РЖД». – Режим доступа: <http://ozd.rzd.ru/news/public/ru?id=124081&layer_id=4069&STRUCTURE_ID=2> (дата обращения: 20.12.2015).
6. Технология работы логистического центра службы движения октябрьской дирекции управления движением центральной дирекции управления движением ОАО «РЖД» при организации завоза груза в морские порты: положение ОАО «РЖД» от 15.02.2015: утверждено начальником ОЖД 10 февраля 2015года.
7. Положение об организации работы логистического центра: положение ОАО РЖД от 29.05.2013 N 229: утверждено 29 мая 2013 года. – Режим доступа: <http://scbist.com/scb/uploaded/docs/2013/maj-2013/4395-polozhenie-oao-rzhd-ot-29-05-2013-n-229.htm> (дата обращения: 02.03.2016).
8. О нас [Электронный ресурс] // сайт компании «Суэк». – Режим доступа: <http://www.suek.ru/about/> (дата обращения: 02.03.2016).
9. Выбор вида транспортных средств [Электронный ресурс] // Информационно-образовательный портал. – Режим доступа: <http://www.hanadeeva.ru/logictica/lekcui/vopros_3_4_2/index.html> (дата обращения: 10.03.2016).
10. Транспортировка угля [Электронный ресурс] // Угольная биржа Uglex. – Режим доступа: <http://uglex.com/articles/292-sposoby-transportirovki-uglya.html> (дата обращения: 15.03.2016).
11. Business Guide (Грузовой Железнодорожный транспорт) [Электронный ресурс] // Коммерсант. – Режим доступа: <http://www.kommersant.ru/apps/73582> (дата обращения: 18.02.2016).
12. Грузовые перевозки [Электронный ресурс] // сайт компании ОАО «РЖД». – Режим доступа: <http://annrep.rzd.ru/reports/public/ru?STRUCTURE_ID=4337> (дата обращения: 20.02.2016).
13. Business Guide «Подвижной состав» [Электронный ресурс] // Коммерсант. – Режим доступа: <http://www.kommersant.ru/apps/102707> (дата обращения: 18.02.2016).
14. Колеса диктуют вагонные [Электронный ресурс] // Коммерсант. – Режим доступа: <http://www.kommersant.ru/doc/2968585> (дата обращения: 20.02.2016).
15. «УВЗ-Логистик» и «Сбербанк Лизинг» заключили крупнейшую сделку [Электронный ресурс] // сайт компании Уралвагонзавод. – Режим доступа: <http://www.uvz.ru/presscenter/release/363>(дата обращения: 15.02.2016).
16. Business Guide - «Грузовой железнодорожный транспорт» // Тематическое приложение к газете «Коммерсантъ». – 2013. – №17
17. Численность сотрудников РЖД за первое полугодие сократилась на 5,9% [Электронный ресурс] // Агентство экономической информации «Прайм». – Режим доступа: <http://1prime.ru/News/20150814/817321982.html> (дата обращения: 19.04.2016).
18. РЖД просит еще 140 млрд рублей на ремонт рельсов [Электронный ресурс] // Новости экономики. – Режим доступа: <http://www.newsru.com/finance/12nov2013/rails.html> (дата обращения: 26.04.2016).
19. Сильные и выносливые [Электронный ресурс] // Коммерсант. – Режим доступа: <http://www.kommersant.ru/doc/2968584>(дата обращения: 14.04.2016).
20. Голомолзин А.Н., Давыдов Г.Е. Рынок грузовых железнодорожных перевозок / А.Н. Голомолзин, Г. Е. Давыдов. – М.: БукиВеди, 2013.
21. Ход реализации IV этапа реформирования [Электронный ресурс] // сайт компании ОАО «РЖД». – Режим доступа: <http://rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE_ID=5103> (дата обращения: 20.03.2016).
22. Страны назначения экспортных перевозок [Электронный ресурс] // Информационно-справочный портал «Железнодорожные перевозки». – Режим доступа: <http://cargo-report.info/stat/export-cargo/> (дата обращения: 25.03.2016).
23. Долгая дорога в порт [Электронный ресурс] // Октябрьская магистраль. – Режим доступа: <http://oktmag.spb.ru/archive/?aday=08&amonth=02&ayear=2013> (дата обращения: 27.04.2016).
24. Преодоление территориальной и информационной разобщенности: развитие транспортной системы, связи и информации [Электронный ресурс] // Стратегия 2020. – Режим доступа: <http://2020strategy.ru/g19/news/32734997.html> (дата обращения: 25.03.2016).
25. Взаимодействие ОАО «РЖД» и морских торговых портов России при смешанных перевозках грузов [Электронный ресурс] // Амурский институт железнодорожного транспорта. – Режим доступа: <http://www.sworld.com.ua/konfer27/625.pdf> (дата обращения: 27.04.2016).
26. Логистика: управление в транспортно-логистических системах / Под ред. Л. Б. Миротина. – М.: Юристъ, 2008. – С. 276
27. Обоснование целесообразности организации мультимодальных «сухих портов» [Электронный ресурс] // Технические науки. – Режим доступа: <http://www.rusnauka.com/2_KAND_2014/Tecnic/4_155946.doc.htm> (дата обращения: 14.04.2016).
28. «Сухой» порт в Шушарах будет проводить таможенную обработку контейнеров [Электронный ресурс] // Деловой Петербург. – Режим доступа: <http://www.dp.ru/a/2009/10/19/Suhoj_port_v_SHusharah_bu/> (дата обращения: 05.04.2016).
29. Roso, V. The dry port concept: connecting container seaports with the hinterland [Электронный ресурс] / Violeta Roso // Journal of Transport Geography. – 2009. – Vol. 17, Issue 5. – Режим доступа: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692308001245> (дата обращения: 18.04.2016).
30. Шишкова, Э. Сухие порты - перспективы развития / Э. Шишкова // Логистика и управление. – 2008 - №4 – С. 35-43
31. Конкуренция контейнерных терминалов на Балтике [Электронный ресурс] // Морские вести России. – Режим доступа: <http://www.morvesti.ru/analitics/detail.php?ID=24439> (дата обращения: 28.04.2016).
32. Гаджинский, А.М. Логистика / А.М. Гаджинский – М.: Информационно-внедренческий центр Маркетинг, 2007. – С. 124-125
33. Первый Сухой Порт на Дальнем Востоке [Электронный ресурс] // сайт компании Fialan. – Режим доступа: <http://fialan-china.ru/news/vagno-znat/suhoy-port-na-dalnem-vostoke/> (дата обращения: 28.04.2016).
34. Король Р. Г., Балалаев А. С. Имитационное моделирование системы «железнодорожная станция - морской порт» на примере Владивостокского транспортного узла [Электронный ресурс] / Р. Г. Король, А.С. Балалаев // Вестник государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. – 2015. – T. 3, №31. – Режим доступа: <http://journal.gumrf.ru/default.php?journal=2015_3&art=28> (дата обращения: 21.04.2016).
35. Муравьев Д.С., Мишкуров П.Н., Рахмангулов А.Н. Использование имитационного моделирования для оценки перерабатывающей способности морских портов и обоснования необходимости сооружения «сухого» порта [Электронный ресурс] / Д.С. Муравьев, П.Н Мишкуров., А.Н. Рахмангулов // Современные проблемы транспортного комплекса в России. – 2013. В. №4. – Режим доступа: <http://www.magtu.ru/dokumenty/finish/578-sovremennye-problemy-transportnogo-kompleksa-rossii/4264-4-2013.html>(дата обращения: 05.05.2016).

Приложение 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Критерий Колмогорова для выборки по погрузке | | | | | | | | | | | | | | | |
| Критерий Колмогорова содержит ограничение, что параметры распределения должны быть известны, но даже без соблюдения этого условия, критерий Колмогорова дает достаточно хорошие результаты. | | | | | | | | | | | | | |  | |
|  | |
|  | | **Ho:** | | **ξ Є N(-0.04;1.01)** | |  | |  | | |  |  | |  | |
|  | | **Ha:** | | **ξ ¢ N(-0.04;1.01)** | |  | |  | | |  |  | |  | |
| Границы интервалов | | Fn \*(x) | | (X(i)-Xчертой)/S | | Ф((X(i)-Xчертой)/S) | | F(x)=1/2+Ф(X(I)-Xчертой/S) | | | абс.величина их разности | | |  | |
| 882,000 | | 0,000 | | -3,204 | | -0,499 | | 0,001 | | | 0,001 | | |  | |
| 1046,833 | | 0,014 | | -2,383 | | -0,491 | | 0,009 | | | 0,005 | | |  | |
| 1211,667 | | 0,056 | | -1,562 | | -0,441 | | 0,059 | | | 0,004 | | |  | |
| 1376,500 | | 0,222 | | -0,741 | | -0,271 | | 0,229 | | | 0,007 | | |  | |
| 1541,333 | | 0,542 | | 0,080 | | 0,032 | | 0,532 | | | 0,010 | | |  | |
| 1706,167 | | 0,764 | | 0,901 | | 0,316 | | 0,816 | | | 0,052 | | |  | |
| 1871,000 | | 1,000 | | 1,722 | | 0,457 | | 0,957 | | | 0,043 | | |  | |
|  | |  | |  | |  | |  | | | MAX= | 0,052 | |  | |
| Так как для вычисления теоретической функции распределения использовались значения не самого математического ожидания и дисперсии, а их оценок, то и значения теоретической функции распределения получились приближенными. | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | |  |  | | | |  |  | | |  |  | |  | |
| Z\*=√n \* max|Fn(Xi) – Fn\*(Xi)| | | | | |  | |  |  | | |  |  | |  | |
|  | |  | | | Получаем Z\*= | | 0,444 |  | | |  |  | |  | |
|  | |  |  | | | |  |  | | |  |  | |  | |
| Критическая область правосторонняя, её границу находят по таблицам Колмогорова по уровню значимости 1-a=0,05: K2=1,3581 | | | | | | | | | | | | | | |  |
| Получаем, что Z\*<K2, следовательно, принимаем основную гипотезу | | | | | | | | |  |  | | |  | |  |
|  |  | | | |  | |  | |  |  | | |  | |  |
| Теперь найдем границу K2 по уровню значимости 1-a=0,1: K2=1,2238. Получаем, что Z\*<K2, следовательно, принимаем основную гипотезу | | | | | | | | | | | | | | | |

Приложение 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Критерий Колмогорова для данных по выгрузке | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Критерий Колмогорова содержит ограничение, что параметры распределения должны быть известны, но даже без соблюдения этого условия, критерий Колмогорова дает достаточно хорошие результаты. | | | | | | | | | | | | | | | |  | |
|  | |
|  | | **Ho:** | **ξ Є N(-0.04;1.01)** | | | |  | | |  | |  | |  | |  | |
|  | | **Ha:** | **ξ ¢ N(-0.04;1.01)** | | | |  | | |  | |  | |  | |  | |
| Границы интервалов | | Fn \*(x) | (X(i)-Xчертой)/S | | | | Ф((X(i)-Xчертой)/S) | | | F(x)=1/2+Ф(X(I)-Xчертой/S) | | абс.величина их разности | | | |  | |
| 414,000 | | 0,000 | -2,746 | | | | -0,497 | | | 0,003 | | 0,003 | | | |  | |
| 481,833 | | 0,029 | -2,026 | | | | -0,479 | | | 0,021 | | 0,007 | | | |  | |
| 549,667 | | 0,100 | -1,306 | | | | -0,404 | | | 0,096 | | 0,004 | | | |  | |
| 617,500 | | 0,300 | -0,586 | | | | -0,221 | | | 0,279 | | 0,021 | | | |  | |
| 685,333 | | 0,514 | 0,134 | | | | 0,053 | | | 0,553 | | 0,039 | | | |  | |
| 753,167 | | 0,743 | 0,854 | | | | 0,303 | | | 0,803 | | 0,061 | | | |  | |
| 821,000 | | 1,000 | 1,574 | | | | 0,442 | | | 0,942 | | 0,058 | | | |  | |
|  | |  |  | | | |  | | |  | | MAX= | | 0,061 | |  | |
| Так как для вычисления теоретической функции распр. использовались значения не самого математического ожидания и дисперсии, а их оценок, то и значения теоретической функции распределения получились приближенными. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | |  | | |  | | |  | |  | |  | |  | |  | |
| Z\*=√n \* max|Fn(Xi) – Fn\*(Xi)| | | | | |  | | |  | |  | |  | |  | |  | |
|  | |  | | | Получаем Z\*= | | | 0,506 | |  | |  | |  | |  | |
| Критическая область правосторонняя, её границу находят по таблицам Колмогорова по уровню значимости 1-a=0,05: K2=1,3581 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Получаем, что Z\*<K2, следовательно, принимаем основную гипотезу | | | | | | | | | | |  | |  | |  | |
|  |  | | |  | |  | | |  | |  | |  | |  | |
| Теперь найдем границу K2 по уровню значимости 1-a=0,1: K2=1,2238. Получаем, что Z\*<K2, следовательно, принимаем основную гипотезу | | | | | | | | | | | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Приложение 3 | | | | | | | | | |
| Критерий Пирсона для данных по выгрузке | | | | | | | | | |
| Выдвинем основную гипотезу, что данная случайная величина распределена по нормальному закону распределению. Альтернативная гипотеза: данная случайная величина не принадлежит нормальному распределению. Так как параметры данной случайной величины не известны, будем использовать их оценки: | | | | | | |  | |  |
|  | |  |
| X чертой = | | 672,74 |
| S= | | 94,21 |
|  | **Ho:** | **ξ Є N(-0.04;1.01)** |  |  |  |  |  | |  |
|  | **Ha:** | **ξ ¢ N(-0.04;1.01)** |  |  |  |  |  | |  |
| Интервалы |  | l(i) | p(i) | p(i)\*n | (l(i)-p(i)\*n)^2 | ((l(i)-p(i)\*n)^2)/n\*p(i) |  | |  |
|  | 414,000 | 0 |  | 0 |  |  |  | |  |
| 414,000 | 481,833 | 2 | 0,021 | 1,4953027 | 0,255 | 0,170 |  | |  |
| 481,833 | 549,667 | 5 | 0,074 | 5,20469455 | 0,042 | 0,008 |  | |  |
| 549,667 | 617,500 | 14 | 0,183 | 12,8180904 | 1,397 | 0,109 |  | |  |
| 617,500 | 685,333 | 15 | 0,274 | 19,2051389 | 17,683 | 0,921 |  | |  |
| 685,333 | 753,167 | 16 | 0,250 | 17,5135613 | 2,291 | 0,131 |  | |  |
| 753,167 | 821,000 | 18 | 0,197 | 13,7632121 | 17,950 | 1,304 |  | |  |
| 821,000 |  | 0 |  |  |  |  |  | |  |
|  |  | 70 | 1,000 |  | Z\*= | 2,643 |  | |  |
| Вспомогательная таблица: |  |  |  |  |  |  |  | |  |
| X(i) | (X(i)-Xчертой)/S | Ф((X(I)-Xчертой)/S) | p(i) | Для | ню= r-2-1= | 3,000 | Т.к. Z\*<K2, то принимаем  основную гипотезу | | |
| минус бесконечность | минус бесконечность | -0,500 | 0,003 | 1-a =0,05 | K2= | 7,815 |
| 414,000 | -2,746 | -0,497 | 0,018 |  | Z\*= | 2,643 |
| 481,833 | -2,026 | -0,479 | 0,074 |  |  |  |  |  | |
| 549,667 | -1,306 | -0,404 | 0,183 |  |  |  |  |  | |
| 617,500 | -0,586 | -0,221 | 0,274 | Для | ню= r-2-1= | 3,000 | Т.к. Z\*<K2, то принимаем  основную гипотезу | | |
| 685,333 | 0,134 | 0,053 | 0,250 | 1-a =0,1 | K2= | 6,251 |
| 753,167 | 0,854 | 0,303 | 0,139 |  | Z\*= | 2,643 |
| 821,000 | 1,574 | 0,442 | 0,058 |  |  |  |  |  | |
| плюс бесконечность | плюс бесконечность | 0,500 | 1,000 |  |  |  |  |  | |

1. О создании открытого акционерного общества «Российские железные дороги»: постановление Правительства РФ от 18.09.2003 года № 585 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons\_doc\_LAW\_44411/ (дата обращения: 11.12.2015) [↑](#footnote-ref-1)
2. Устав железнодорожного транспорта Российской Федерации: федер. закон от 10.01.2003 N 18-ФЗ (ред. от 06.04.2015) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://base.consultant.ru/cons/CGI/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=40444 (дата обращения: 15.12.2015). [↑](#footnote-ref-2)
3. Общая информация о компании ОАО «РЖД» [Электронный ресурс]//Министерство транспорта и дорожного хозяйства республики Татарстан. – Режим доступа: http://mindortrans.tatarstan.ru/rus/o\_company.htm (дата обращения: 20.01.2016). [↑](#footnote-ref-3)
4. Совет директоров ОАО «РЖД» положительно оценил деятельность компании по повышению эффективности в 2015 году [Электронный ресурс]// сайт компании ОАО «РЖД». – Режим доступа: http://press.rzd.ru/news/public/ru?STRUCTURE\_ID=654&layer\_id=4069&refererLayerId=4065&refererVpId=1&refererPageId=704&id=87924 (дата обращения: 18.12.2015). [↑](#footnote-ref-4)
5. Новости Октябрьской дороги [Электронный ресурс] // сайт компании ОАО «РЖД». – Режим доступа: http://ozd.rzd.ru/news/public/ru?id=124081&layer\_id=4069&STRUCTURE\_ID=2 (дата обращения: 20.12.2015). [↑](#footnote-ref-5)
6. Технология работы логистического центра службы движения октябрьской дирекции управления движением центральной дирекции управления движением ОАО «РЖД» при организации завоза груза в морские порты: положение ОАО «РЖД» от 15.02.2015: утверждено начальником ОЖД 10 февраля 2015года. [↑](#footnote-ref-6)
7. Технология работы логистического центра службы движения октябрьской дирекции управления движением центральной дирекции управления движением ОАО «РЖД» при организации завоза груза в морские порты: положение ОАО «РЖД» от 15.02.2015: утверждено начальником ОЖД 10 февраля 2015года. [↑](#footnote-ref-7)
8. Положение об организации работы логистического центра: положение ОАО РЖД от 29.05.2013 N 229: утверждено 29 мая 2013 года. – Режим доступа: http://scbist.com/scb/uploaded/docs/2013/maj-2013/4395-polozhenie-oao-rzhd-ot-29-05-2013-n-229.htm (дата обращения: 02.03.2016). [↑](#footnote-ref-8)
9. Технология работы логистического центра службы движения октябрьской дирекции управления движением центральной дирекции управления движением ОАО «РЖД» при организации завоза груза в морские порты: положение ОАО «РЖД» от 15.02.2015: утверждено начальником ОЖД 10 февраля 2015года. [↑](#footnote-ref-9)
10. О нас [Электронный ресурс] // сайт компании «Суэк». – Режим доступа: http://www.suek.ru/about/ (дата обращения: 02.03.2016). [↑](#footnote-ref-10)
11. Выбор вида транспортных средств [Электронный ресурс] // Информационно-образовательный портал. – Режим доступа: http://www.hanadeeva.ru/logictica/lekcui/vopros\_3\_4\_2/index.html (дата обращения: 10.03.2016). [↑](#footnote-ref-11)
12. Транспортировка угля [Электронный ресурс] // Угольная биржа Uglex. – Режим доступа: http://uglex.com/articles/292-sposoby-transportirovki-uglya.html (дата обращения: 15.03.2016). [↑](#footnote-ref-12)
13. Business Guide (Грузовой Железнодорожный транспорт) [Электронный ресурс] // Коммерсант. – Режим доступа: http://www.kommersant.ru/apps/73582 (дата обращения: 18.02.2016). [↑](#footnote-ref-13)
14. Грузовые перевозки [Электронный ресурс] // сайт компании ОАО «РЖД». – Режим доступа: http://annrep.rzd.ru/reports/public/ru?STRUCTURE\_ID=4337 (дата обращения: 20.02.2016). [↑](#footnote-ref-14)
15. Business Guide «Подвижной состав» [Электронный ресурс] // Коммерсант. – Режим доступа: http://www.kommersant.ru/apps/102707 (дата обращения: 18.02.2016). [↑](#footnote-ref-15)
16. Колеса диктуют вагонные [Электронный ресурс] // Коммерсант. – Режим доступа: http://www.kommersant.ru/doc/2968585 (дата обращения: 20.02.2016). [↑](#footnote-ref-16)
17. УВЗ-Логистик» и «Сбербанк Лизинг» заключили крупнейшую сделку [Электронный ресурс] // сайт компании Уралвагонзавод. – Режим доступа: <http://www.uvz.ru/presscenter/release/363>(дата обращения: 15.02.2016). [↑](#footnote-ref-17)
18. Business Guide - «Грузовой железнодорожный транспорт» // Тематическое приложение к газете «Коммерсантъ». – 2013. – №17 [↑](#footnote-ref-18)
19. Сильные и выносливые [Электронный ресурс] // Коммерсант. – Режим доступа: http://www.kommersant.ru/doc/2968584(дата обращения: 14.04.2016). [↑](#footnote-ref-19)
20. РЖД просит еще 140 млрд рублей на ремонт рельсов [Электронный ресурс] // Новости экономики. – Режим доступа: http://www.newsru.com/finance/12nov2013/rails.html (дата обращения: 26.04.2016). [↑](#footnote-ref-20)
21. Сильные и выносливые [Электронный ресурс] // Коммерсант. – Режим доступа: http://www.kommersant.ru/doc/2968584(дата обращения: 14.04.2016). [↑](#footnote-ref-21)
22. Технология работы логистического центра службы движения октябрьской дирекции управления движением центральной дирекции управления движением ОАО «РЖД» при организации завоза груза в морские порты: положение ОАО «РЖД» от 15.02.2015: утверждено начальником ОЖД 10 февраля 2015года. [↑](#footnote-ref-22)
23. Технология работы логистического центра службы движения октябрьской дирекции управления движением центральной дирекции управления движением ОАО «РЖД» при организации завоза груза в морские порты: положение ОАО «РЖД» от 15.02.2015: утверждено начальником ОЖД 10 февраля 2015года. [↑](#footnote-ref-23)
24. Голомолзин А.Н., Давыдов Г.Е. Рынок грузовых железнодорожных перевозок / А.Н. Голомолзин, Г. Е. Давыдов. – М.: БукиВеди, 2013. [↑](#footnote-ref-24)
25. Ход реализации IV этапа реформирования [Электронный ресурс] // сайт компании ОАО «РЖД». – Режим доступа: http://rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE\_ID=5103 (дата обращения: 20.03.2016). [↑](#footnote-ref-25)
26. Сильные и выносливые [Электронный ресурс] // Коммерсант. – Режим доступа: http://www.kommersant.ru/doc/2968584(дата обращения: 14.04.2016). [↑](#footnote-ref-26)
27. Страны назначения экспортных перевозок [Электронный ресурс] // Информационно-справочный портал «Железнодорожные перевозки». – Режим доступа: http://cargo-report.info/stat/export-cargo/ (дата обращения: 25.03.2016). [↑](#footnote-ref-27)
28. Там же. [↑](#footnote-ref-28)
29. Долгая дорога в порт [Электронный ресурс] // Октябрьская магистраль. – Режим доступа: http://oktmag.spb.ru/archive/?aday=08&amonth=02&ayear=2013 (дата обращения: 27.04.2016). [↑](#footnote-ref-29)
30. Преодоление территориальной и информационной разобщенности: развитие транспортной системы, связи и информации [Электронный ресурс] // Стратегия 2020. – Режим доступа: http://2020strategy.ru/g19/news/32734997.html (дата обращения: 25.03.2016). [↑](#footnote-ref-30)
31. Взаимодействие ОАО «РЖД» и морских торговых портов России при смешанных перевозках грузов [Электронный ресурс] // Амурский институт железнодорожного транспорта. – Режим доступа: http://www.sworld.com.ua/konfer27/625.pdf (дата обращения: 27.04.2016). [↑](#footnote-ref-31)
32. Логистика: управление в транспортно-логистических системах / Под ред. Л. Б. Миротина. – М.: Юристъ, 2008. – С. 276 [↑](#footnote-ref-32)
33. Обоснование целесообразности организации мультимодальных «сухих портов» [Электронный ресурс] // Технические науки. – Режим доступа: http://www.rusnauka.com/2\_KAND\_2014/Tecnic/4\_155946.doc.htm (дата обращения: 14.04.2016). [↑](#footnote-ref-33)
34. «Сухой» порт в Шушарах будет проводить таможенную обработку контейнеров [Электронный ресурс] // Деловой Петербург. – Режим доступа: http://www.dp.ru/a/2009/10/19/Suhoj\_port\_v\_SHusharah\_bu/ (дата обращения: 05.04.2016). [↑](#footnote-ref-34)
35. Roso, V. The dry port concept: connecting container seaports with the hinterland [Электронный ресурс] / Violeta Roso // Journal of Transport Geography. – 2009. – Vol. 17, Issue 5. – Режим доступа: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692308001245 (дата обращения: 18.04.2016). [↑](#footnote-ref-35)
36. Шишкова, Э. Сухие порты - перспективы развития / Э. Шишкова // Логистика и управление. – 2008 - №4 – С. 35-43 [↑](#footnote-ref-36)
37. Конкуренция контейнерных терминалов на Балтике [Электронный ресурс] // Морские вести России. – Режим доступа: http://www.morvesti.ru/analitics/detail.php?ID=24439 (дата обращения: 28.04.2016). [↑](#footnote-ref-37)
38. Гаджинский, А.М. Логистика / А.М. Гаджинский – М.: Информационно-внедренческий центр Маркетинг, 2007. – С. 124-125 [↑](#footnote-ref-38)
39. Первый Сухой Порт на Дальнем Востоке [Электронный ресурс] // сайт компании Fialan. – Режим доступа: http://fialan-china.ru/news/vagno-znat/suhoy-port-na-dalnem-vostoke/ (дата обращения: 28.04.2016). [↑](#footnote-ref-39)
40. Король Р. Г., Балалаев А. С. Имитационное моделирование системы «железнодорожная станция - морской порт» на примере Владивостокского транспортного узла [Электронный ресурс] / Р. Г. Король, А.С. Балалаев // Вестник государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. – 2015. – T. 3, №31. – Режим доступа: http://journal.gumrf.ru/default.php?journal=2015\_3&art=28 (дата обращения: 21.04.2016). [↑](#footnote-ref-40)
41. Муравьев Д.С., Мишкуров П.Н., Рахмангулов А.Н. Использование имитационного моделирования для оценки перерабатывающей способности морских портов и обоснования необходимости сооружения «сухого» порта [Электронный ресурс] / Д.С. Муравьев, П.Н Мишкуров., А.Н. Рахмангулов // Современные проблемы транспортного комплекса в России. – 2013. В. №4. – Режим доступа: http://www.magtu.ru/dokumenty/finish/578-sovremennye-problemy-transportnogo-kompleksa-rossii/4264-4-2013.html [↑](#footnote-ref-41)