На правах рукописи

Ким Анастасия Сергеевна

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДОСТАВКИ ГРУЗОВ В УСКОРЕННЫХ ГРУЗОВЫХ ПОЕЗДАХ С ПРИМЕНЕНИЕМ УСЛУГИ «ГРУЗОВОЙ ЭКСПРЕСС»

Специальность 05.22.08 – Управление процессами перевозок
(технические науки)

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Новосибирск – 2020

Работа выполнена на кафедре «Логистика, коммерческая работа и подвижной состав» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный университет путей сообщения» (СГУПС).

Научный руководитель:	кандидат технических наук, доцент **Псеровская Елена Дмитриевна**
Официальные оппоненты:	**Тимухина Елена Николаевна** доктор технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный университет путей сообщения», заведующая кафедрой «Управление эксплуатационной работой»
	Эрлих Наталья Валентиновна кандидат технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный университет путей сообщения», доцент кафедры «Технологии грузовой и коммерческой работы, станции и узлы»
Ведущая организация:	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения» (ФГБОУ ВО ИрГУПС)

Защита состоится 24 декабря 2020 г. в 10-00 на заседании диссертационного совета Д 218.012.08 на базе ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет путей сообщения» по адресу: 630049, г. Новосибирск, ул. Дуси Ковальчук, 191, ауд. 224.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет путей сообщения» www.stu.ru.

Автореферат диссертации разослан 2 ноября 2020 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
канд. техн. наук, доцент Танайно Юлия Андреевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования.

Стратегия развития Холдинга ОАО «РЖД» на период до 2030 года предусматривает трансформацию компании ОАО «РЖД» из перевозочной в транспортно-логистическую. Анализ текущего состояния перевозочного и логистического блока показал, что около 90% выручки Холдинга формируется за счет базовой услуги перевозки, которая жестко регулируется государством. Оставшиеся 10% выручки приходятся на операторский бизнес и услуги с высокой добавленной стоимостью. Это создает две проблемы – ограничение доходности компании и усложнение понимания потребностей клиентов, разрешению которых посвящена, в том числе, и настоящая диссертационная работа.

Трансформация бизнес-модели Холдинга ОАО «РЖД» нацелена на повышение его конкурентоспособности в транспортно-логистическом секторе, увеличение дохода от грузовых перевозок и усиление позиций железнодорожного транспорта на рынке перевозок грузов. Для реализации этих задач компанией ОАО «РЖД» разработаны различные программы, стратегии и планы развития, направленные, в частности, на привлечение дополнительных объемов перевозок грузов железнодорожным транспортом и рост доходов компании от оказания дополнительных услуг.

Основной акцент при этом сделан на рост сегмента высокодоходных номенклатур грузов на рынке железнодорожных грузоперевозок. Для этого деятельность компании ОАО «РЖД» должна быть сфокусирована на расширении «продуктовой» корзины и разработке комплексных транспортно-логистических решений, максимально приближенных к потребностям клиента и требованиям современного рынка, путем перехода от преимущественного оказания услуг по перевозкам к предоставлению целого комплекса услуг по доставке груза.

В настоящее время в структуре грузооборота железнодорожного транспорта России доминируют низкодоходные сырьевые грузы. Для привлечения к перевозке высокодоходных грузов компании необходимо учитывать значимые для клиентов критерии при доставке груза, среди которых простота взаимодействия с ОАО «РЖД» с точки зрения подачи заявок и оформления заказов, возможность получения информации о

местонахождении грузов в режиме онлайн, доставка грузов в кратчайшие сроки и строго по расписанию и т. п.

В связи с этим одним из наиболее перспективных и востребованных направлений развития компании является организация ускоренных сервисов по доставке грузов, среди которых хорошо себя зарекомендовавшие – доставка в ускоренных контейнерных поездах, «Грузовой экспресс», «Зерновой экспресс» и «Холодный экспресс». Появление данных услуг на железнодорожном рынке обусловлено необходимостью создания условий, конкурентных автотранспорту. К тому же, согласно Долгосрочной программе развития ОАО «РЖД» до 2025 года, в числе основных инициатив развития транспортно-логистических услуг отмечены повышение предсказуемости доставки грузов путем совершенствования перевозок с согласованным временем отправления и прибытия, сокращение сроков доставки.

Актуальность темы исследования обусловлена необходимостью повышения качества предлагаемых железнодорожным транспортом транспортно-логистических услуг и расширения линейки специальных продуктов и услуг для формирования конкурентных условий по отношению к автотранспорту. Это позволит заинтересовать новых клиентов и увеличить прибыль от оказания дополнительных услуг, что в дальнейшем создаст дополнительные точки роста для финансирования Холдинга. Продолжительные нормативные сроки доставки грузов железнодорожным транспортом, по сравнению с автомобильным, явно снижают его конкурентные преимущества, следовательно, совершенствование перевозки грузов с согласованным временем отправления и прибытия, а также ускоренных сервисов по доставке грузов, является в настоящее весьма актуальным.

Степень разработанности темы исследования. Вопросами повышения конкурентоспособности железнодорожного транспорта на рынке перевозок грузов занимались известные ученые и специалисты: А. Ф. Бородин, В. И. Дубровина, М. В. Золотарев, В. В. Зубков, С. В. Иванов, С. Б. Левин, А. А. Нестеров, А. М. Потехина, Н. Ф. Сирина, Л. А. Смирнова, Е. И. Спиридонова, Е. Н. Тимухина, Д. А. Шаханов, Dewan Md Zahurul Islam и другие. Значительный вклад в исследования в области теории управления качеством транспортного обслуживания грузовладельцев и оценки эффективности его повышения внесли отечественные и зарубежные ученые: И. В. Белов, Н.

И. Белоусова, Т. В. Богданова, Б. А. Волков, О. В. Ефимова, П. В. Куренков, Р. А. Кожевников, Б. М. Лапидус, Л. П. Левицкая, В. Н. Лившиц, М. Е. Мандриков, Д. А. Мачерет, З. П. Межох, А. Т. Осьминин, С. М. Резер, А. Т. Романова, Ю. И. Соколов, М. Ф. Трихунков, Т. С. Хачатуров, Л. В. Шкурина, В. Я. Шульга, Н. В. Эрлих, Aleksandra Gulc, Hans-Heinric Glöckner, Lim Hoon и другие. Логистике и экономике ускоренных грузовых перевозок, включая вопросы взаимодействия видов транспорта, посвящены работы: Б. А. Аникина, Р. С. Беспалова, В. Г. Галабурды, И. Б. Мухаметдинова, В. М. Николашина, В. Я. Негрея, В. А. Персианова, Н. В. Правдина, М. Н. Прокофьева, Е. Д. Псеровской, А. А. Смехова, Е. В. Струковой, Л. С. Фёдорова. Работы Ж. Р. Аскарова, С. П. Вакуленко, А. В. Колина, А. И. Павлова, Gerhard Troche, Agata Pomykała посвящены ускоренным грузовым перевозкам в целом.

Целью диссертационного исследования является совершенствование технологии перевозки грузов в ускоренных поездах с применением услуги «Грузовой экспресс» для повышения конкурентоспособности железнодорожного транспорта.

В соответствии с поставленной целью определены следующие **задачи диссертационного исследования:**

– выполнить анализ отечественного и зарубежного опыта по организации ускоренной перевозки грузов железнодорожным транспортом;

– обосновать необходимость совершенствования технологии ускоренной перевозки грузов железнодорожным транспортом с применением услуги «Грузовой экспресс»;

– разработать предложения по совершенствованию технологии ускоренной перевозки грузов с применением услуги «Грузовой экспресс»;

– разработать методику выбора (обоснования) оптимального маршрута перевозки грузов с применением услуги «Грузовой экспресс» и оценить влияние предлагаемой технологии на качество транспортного обслуживания грузовладельцев и других участников перевозочного процесса, а также на повышение доходности Холдинга ОАО «РЖД».

Объект исследования. Ускоренная перевозка грузов железнодорожным транспортом.

Предмет исследования. Технология перевозки грузов с применением услуги «Грузовой экспресс».

Область исследования. Технология транспортных процессов.

Содержание рассматриваемых в данной работе вопросов отвечает паспорту специальности 05.22.08 «Управление процессами перевозок» и области исследования по следующим пунктам: п. 2 – технология транспортных процессов; п. 8 в части «системы управления транспортными технологическими процессами».

Методология и методы исследования. Теоретико-методологическую основу диссертационного исследования составили труды отечественных и зарубежных ученых, а также работников железнодорожного транспорта в области улучшения качества обслуживания, повышения уровня клиентоориентированности и развития рынка транспортно-логистических услуг на железнодорожном транспорте.

Теоретико-методологическая основа определила и набор научных методов, используемых в процессе выполнения работы – анализа и синтеза, формализации, математической статистики, прогнозирования, экстраполяции, оптимизации, корреляционно-регрессионного и системного анализа, математического моделирования, а также методологический аппарат транспортной логистики и управления транспортными потоками.

Исследование опирается на нормативные документы ОАО «РЖД», Стратегию развития Холдинга «РЖД» на период до 2030 года, директивные материалы компании ОАО «РЖД», опубликованные в официальных источниках.

Системный подход к объекту исследования способствовал изучению закономерностей и особенностей реализации доставки грузов в направлении Восточного полигона. Совокупность расчетно-аналитических, вероятностно-статистических методов, приемов формализации и моделирования транспортных процессов использовалась применительно к обработке информационной основы диссертационного исследования.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в следующем:

– выявлены специфические факторы, определяющие особенности перевозки грузов с применением услуги «Грузовой экспресс» и влияющие на конкурентные преимущества производителей транспортных услуг в условиях работы транспортно-логистического рынка в России;

– обоснована необходимость совершенствования транспортно-логистической услуги «Грузовой экспресс» на Восточном полигоне;

– предложена усовершенствованная технология организации перевозки грузов с применением услуги «Грузовой экспресс» с остановками и обменом вагонов на станциях в пути следования поезда;

– разработана математическая модель, предложена и апробирована методика выбора оптимального маршрута доставки грузов с применением услуги «Грузовой экспресс».

Теоретическое значение диссертационного исследования состоит в развитии методического подхода к совершенствованию технологии процесса перевозок и усовершенствованию способа перевозки грузов с применением услуги «Грузовой экспресс».

Практическая значимость работы заключается в том, что выводы, предложения и рекомендации, сделанные по результатам исследования, дополняют существующие знания о технологии ускоренной перевозки грузов с применением услуги «Грузовой экспресс» и могут быть востребованы для дальнейших исследований в сфере совершенствования услуг по сокращению срока доставки грузов и принятия управленческих решений. Результаты выполненных исследований могут использоваться структурами Центра фирменного транспортного обслуживания (ЦФТО) для расширения функционала услуги «Грузовой экспресс» и увеличения частоты отправления поездов с оказанием данной услуги, что, в свою очередь, нацелено на повышение востребованности услуги клиентами.

Усовершенствованная технология позволит привлечь клиентов с других видов транспорта (в частности, с автомобильного) к перевозке грузов железнодорожным транспортом.

Предложенная в работе методика, а также разработанный программный продукт, могут быть применимы к любому маршруту следования ускоренных поездов на сети ОАО «РЖД».

Положения, выносимые на защиту.

– усовершенствованная технология организации перевозки грузов с применением услуги «Грузовой экспресс»;

–математическая модель оценки целесообразности применения технологии следования поезда «Грузовой экспресс» с остановками и обменом вагонов на станциях в пути следования поезда;

– методика выбора оптимального маршрута перевозки грузов с применением услуги «Грузовой экспресс» при выполнении остановок в пути следования поезда с целью обмена вагонов.

Степень достоверности и апробация результатов работы. Достоверность приведенных в диссертации исследований основана на корректном применении проверенных научных методов, основных положений фундаментальных и прикладных наук, использовании справочных, методических, нормативных материалов, опубликованных в официальных изданиях.

Основные положения и результаты диссертационного исследования представлялись и обсуждались на региональных, отраслевых, всероссийских, национальных научных и научно-практических конференциях, в том числе с международным участием – VII-й международной научно-практической конференции «Научный форум: технические и физико-математические науки» (Москва, 2017 г.), Межвузовской (Региональной) научной конференции «Интеллектуальный потенциал Сибири» (СГУПС, Новосибирск, 2017 г.), Международной научно-практической конференции «Инновационные факторы развития транспорта. Теория и практика» (СГУПС, Новосибирск, 2018 г.), X-й Международной научно-технической конференции «Политранспортные системы» (СГУПС, Новосибирск, 2018 г.), XXIV Всероссийской научно-практической конференции «Молодежная наука» (КрИЖТ ИрГУПС, Красноярск, 2020 г.).

Результаты исследований были представлены на седьмом Всероссийском конкурсе научных работ среди студентов и аспирантов по транспортной проблематике, проведенном на базе ВНИИЖТ в 2018 году.

Этапы и результаты диссертационного исследования докладывались и обсуждались на заседаниях кафедры «Логистика, коммерческая работа и подвижной состав» (СГУПС, Новосибирск, 2017-2020 гг.). Окончательные результаты диссертационного исследования были представлены и одобрены на совместном заседании кафедр «Логистика, коммерческая работа и подвижной состав», «Железнодорожные станции и узлы», «Управление эксплуатационной работой» и «Безопасность жизнедеятельности» (СГУПС, Новосибирск, 2020 г.).

Публикации. Основные результаты диссертационной работы опубликованы в девяти научных работах, в том числе три статьи опубликованы в журналах, входящих в перечень ведущих рецензируемых изданий, рекомендованный ВАК Минобрнауки

России. Получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ «Программный продукт для принятия оперативного решения о маршруте и составности поезда при оказании услуги «Грузовой экспресс» с учетом экономической эффективности» № 2019618847 от 05.07.2019.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, включающего 136 наименований, и 5 приложений. Содержание работы изложено на 144 страницах основного текста. Диссертационная работа включает 35 таблиц и 45 рисунков.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность выбранной темы, сформулированы цель и задачи исследования, отражены элементы научной новизны и практическая значимость полученных результатов, изложены методология и методы исследования, а также приведены положения, выносимые на защиту.

В первой главе произведен анализ зарубежного и отечественного рынка транспортно-логистических услуг (ТЛУ) и опыта организации ускоренной перевозки грузов железнодорожным транспортом. На международном рынке важнейшей тенденцией развития ТЛУ является аутсорсинг услуг (3PL/4PL). В России, по сравнению с другими странами, выше доля базовой услуги транспортировки 2PL и ниже доля сервисов 3PL/4PL. В структуре базовой услуги транспортировки доля сырьевых грузов составляет в настоящее время 85 %. Сырьевые грузы относятся к первому тарифному классу и категории низкодоходных, объемы перевозки которых, в последние годы, имеют тенденцию к росту (например, объемы перевозок каменного угля возросли на 47123,7 тыс. т в 2019 году по сравнению с 2015 годом). В то же время, на рынке перевозок высокодоходных грузов существует риск перехода с железнодорожного на другие виды транспорта, что связано со снижением конкурентоспособности железнодорожного транспорта на рынке грузоперевозок. В качестве способа повышения уровня конкурентоспособности в диссертации предлагается акцентировать внимание на обеспечении доступности и повышении качества ТЛУ для роста привлекательности железнодорожного транспорта на рынке грузоперевозок.

Анализ исследований отечественных ученых-транспортников позволил выявить различные подходы к решению проблемы повышения конкурентоспособности железнодорожного транспорта – изменение стиля управления, дерегулирование тарифов, повышение качества транспортных услуг, внедрение комплексной транспортной услуги, внедрение ускоренных сервисов и т. д. Из всех вышеперечисленных направлений ускорение перевозки грузов – один из наиболее действенных способов привлечения клиентов с других видов транспорта на железнодорожный, т. к. сопоставимость срока доставки, например, с автомобильным транспортом позволит железнодорожному транспорту быть конкурентоспособным и расширить перечень перевозимых грузов.

С целью выявления сегмента грузоотправителей, среди которых повышение качества предлагаемых ТЛУ позволит максимизировать прибыль компании ОАО «РЖД» от перевозки в ускоренных поездах, рынок потребителей транспортного узла Н разделен на три сегмента (А, В и С) по критерию размера внесенной клиентами в 2018 году провозной платы. На группу А пришлось 19,3 млрд. р./год, группу В – 3,6 млрд. р./год и группу С – 1,1 млрд. р./год. При этом анализ номенклатуры отправляемых грузов показал, что средне- и высокодоходные грузы сосредоточены в группах В и С. Анализ спроса на услуги, предоставляемые в каждой группе, показал, что востребованы услуги «Перевозка грузов по расписанию» в группах клиентов А и В, и «Грузовой экспресс» в группах В и С (рисунки 1, 2). Это обусловлено уменьшением величины транспортной составляющей в конечной цене товара за счет сокращения срока доставки грузов и, следовательно, увеличением срока на реализацию перевозимой продукции.

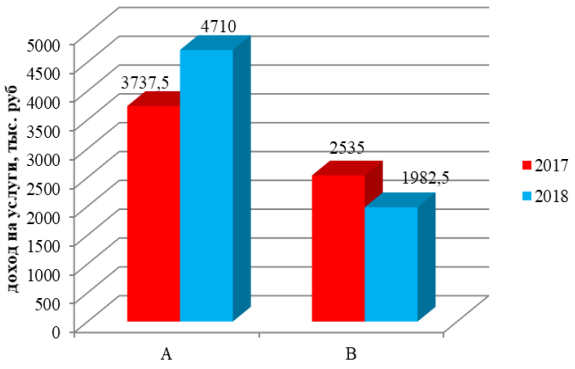


Рисунок 1 – Доход от услуги «Перевозка грузов по расписанию» за 2017-2018 гг.

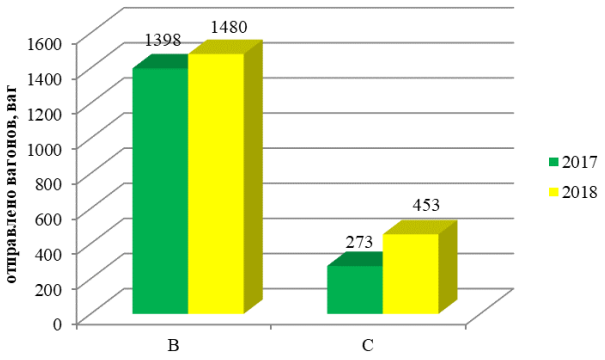


Рисунок 2 – Спрос на услугу «Грузовой экспресс» за 2017-2018 гг.

Из существующих в настоящее время ускоренных сервисов одним из наиболее востребованных является «Грузовой экспресс». Вопросы совершенствования технологии ускоренных грузовых перевозок, в том числе с применением услуги «Грузовой экспресс», как правило, рассматривались отечественными специалистами с технологической и логистической позиций, в частности, как сформировать ускоренный поезд, как обеспечить его продвижение, обслуживание, как определить плату за перевозку в таком поезде и т. п. Вместе с тем, необходимо отметить – анализ использования услуги на сети не проводился, и вопросы совершенствования уже сформированной технологии ускоренных перевозок грузов, для получения максимальной выгоды для всех участников перевозочного процесса, ранее, в должной мере, не рассматривались.

Вторая глава посвящена изучению существующей технологии перевозки грузов с применением услуги «Грузовой экспресс» и обоснованию необходимости ее совершенствования.

Перевозка грузов с оказанием услуги «Грузовой экспресс» позволяет сокращать срок доставки за счет повышенной маршрутной скорости, удлинения гарантийных вагонных плеч, минимизации числа остановок и, в большей степени, за счет движения поезда по специализированному расписанию (например, на направлении Москва-Хабаровск срок доставки сократился с 20 суток, предусмотренных нормативами, до 10 суток). Услуга получила широкое распространение на европейской части РФ (Московская, Северная ж. д. и т. д.). При этом на Восточном полигоне наблюдается низкая востребованность услуги, что связано с недостаточным объемом отгружаемых грузов и, как следствие, недостаточной частотой отправления поездов с оказанием услуги «Грузовой экспресс». Одновременно с этим, даже при частоте отправления поезда один раз в неделю, перевозчику приходится добавлять в поезд вагоны того же назначения, для которых услуга «Грузовой экспресс» не была оплачена (рисунок 3).

Недостающая группа вагонов, необходимая для обеспечения полносоставности поезда («бесплатные» вагоны), доставляет грузы по обычному тарифу, так как их ускоренная перевозка осуществляется не по заявке грузоотправителя, а по решению железной дороги. Перевозка таких вагонов уменьшает экономическую выгоду от услуги «Грузовой экспресс». Совершенствование услуги позволит привлечь к перевозке в ускоренных поездах дополнительные объемы грузов, что, в свою очередь, позволит

увеличить частоту отправления грузовых поездов с применением услуги «Грузовой экспресс».

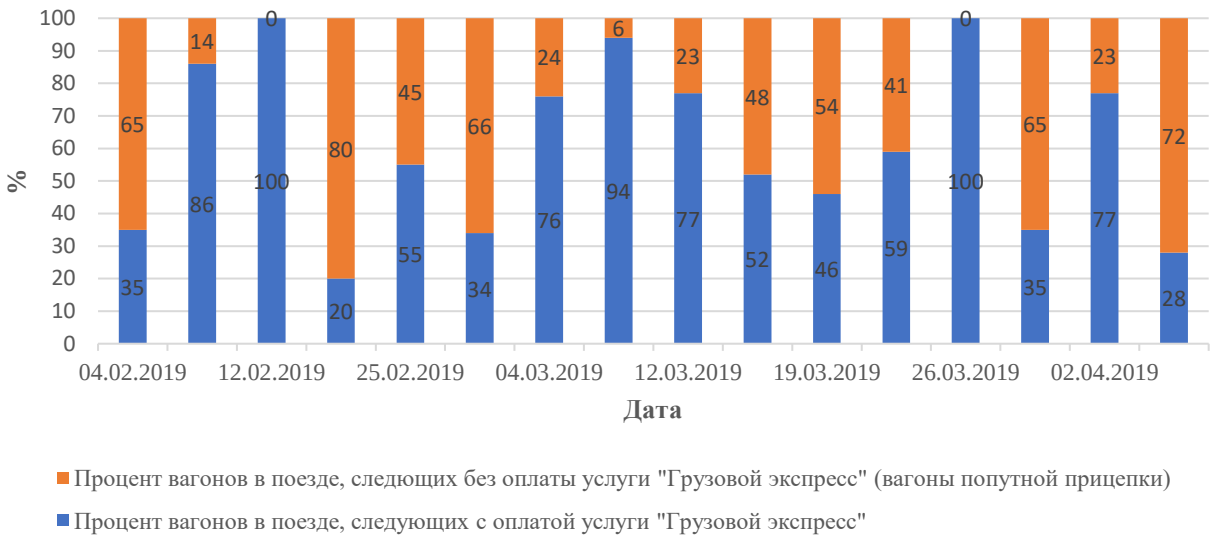


Рисунок 3 – Соотношение количества оплаченных и прицепных «неоплаченных» вагонов в составе «Грузового экспресса», %

Для оценки перспектив востребованности услуги «Грузовой экспресс» были исследованы прогнозируемые объемы отправления грузов из транспортного узла Н до 2022 года по трем группам клиентов – А, В, С. В результате прогнозирования была установлена положительная динамика роста объемов грузов, отправляемых из транспортного узла Н – по группе клиентов А (с 21 до 24 млн т) и В (с 3,1 до 3,4 млн т). По группе С наблюдается незначительный спад объемов перевозки (с 593 до 571 тыс. т). Однако объемов отправления в транспортном узле Н может быть недостаточно для, например, ежедневного отправления «Грузового экспресса», поэтому была изучена перспектива развития услуги «Грузовой экспресс» на Восточном полигоне.

Для оценки динамики изменения размера грузопотоков в регионах Восточного полигона при помощи корреляционно-регрессионного анализа была выявлена зависимость между объемами отправления грузов в регионах и их внутренним валовым продуктом (Восточный полигон расположен в границах 4-х железных дорог – Красноярской, Восточно-Сибирской, Забайкальской и Дальневосточной). На основании этой зависимости были спрогнозированы темпы прироста объемов отправления грузов по каждому региону Восточного полигона, которые в среднем составили 7% к 2022 году относительно периода основания прогноза (2013-2019 гг.). Результаты анализа политических, экономических, социальных и технологических факторов, оказывающих влияние на развитие железных дорог Восточного полигона, подтвердили перспективное

увеличение объемов перевозимого груза. Развитие услуги «Грузовой экспресс» на Восточном полигоне обусловлено целью и задачами программы «Экономического и социального развития Дальнего Востока и Байкальского региона на период до 2025 года» и перспективными направлениями развития ОАО «РЖД».

Развитие услуги «Грузовой экспресс» возможно лишь при повышении привлекательности среди клиентов, достигаемой за счет ее совершенствования.

В третьей главе предложен способ совершенствования технологии ускоренной перевозки грузов с применением услуги «Грузовой экспресс» – осуществление обмена вагонов или групп вагонов в пути следования поезда «Грузовой экспресс».

Предлагаемый способ совершенствования технологии позволит повысить привлекательность услуги «Грузовой экспресс» для клиентов железнодорожного транспорта за счет следующих преимуществ:

1) услуга ускоренной перевозки груза станет доступной как при доставке до конечной станции следования поезда «Грузовой экспресс», так и до станций по пути следования;

2) усовершенствование услуги направлено на увеличение объемов отправляемых грузов, в результате чего повысится периодичность следования грузового поезда (вплоть до ежедневного), что позволит клиентам чаще отправлять свои грузы в ускоренных поездах.

Выгода железной дороги при этом будет заключаться в увеличении прибыли от оказания услуги «Грузовой экспресс».

При применении данной технологии важно учесть, что есть определенные ограничения по количеству обмениваемых вагонов, распространяющиеся на любую станцию обмена, а именно: количество отцепляемых и прицепляемых вагонов численно и по массе должно быть равным для соблюдения нормы веса и длины состава на направлении.

В общем виде это условие можно записать так:

$$n_o + n = n_o^1 \pm k_2 + n^1 \pm k_1 = N, \quad (1)$$

$$\pm k_2 \pm k_1 = 0, \quad (2)$$

где n_o – количество вагонов с применением услуги «Грузовой экспресс», ваг;

n – количество вагонов без применения услуги «Грузовой экспресс», прицепленных для обеспечения полносоставности поезда, ваг;

N – норма веса и длины состава, ваг.;

k_1 – количество прицепленных или отцепленных вагонов с применением услуги «Грузовой экспресс»;

k_2 – количество прицепленных или отцепленных вагонов без применения услуги «Грузовой экспресс» (где + k – прицепленные вагоны; – k – отцепленные вагоны).

Для проверки целесообразности остановки поезда «Грузовой экспресс» в пути следования с целью обмена вагонов необходимо проверить выполнение условия:

$$C(c^{ост}, c^{приц}, c^{отц}) < I_{ГЭ}(T^{н}_{дост}; T^{ГЭ}_{дост}; A; n_o; n), \quad (3)$$

где C – суммарные денежные потери железной дороги при внедрении технологии следования поезда «Грузовой экспресс» с остановками в пути для обмена вагонов, р.;

$c^{ост}, c^{приц}, c^{отц}$ – затраты на остановку поезда и выполнение операций по прицепке и отцепке вагонов, р.

$I_{ГЭ}$ – прибыль железной дороги от оказания услуги «Грузовой экспресс», р.;

$T^{н}_{дост}$ – нормативный срок доставки груза, сут;

$T^{ГЭ}_{дост}$ – срок доставки груза с оказанием услуги «Грузовой экспресс», сут;

A – стоимость аренды вагона в сутки, р.;

$n_o; n$ – количество вагонов с применением и без применения услуги «Грузовой экспресс».

Если условие выполняется, тогда остановка на станциях обмена для перецепки заданного количества вагонов целесообразна.

Исходя из условия минимизации затрат на остановку, выполнение операций по обмену вагонов и максимизации прибыли ОАО «РЖД», составлена математическая модель, которая позволяет на этапе определения наиболее эффективного маршрута доставки грузов с оказанием услуги «Грузовой экспресс» выполнять оценку целесообразности остановок поезда на попутных станциях с целью обмена вагонов при соблюдении определенных ограничений для параметров, характеризующих движение ускоренного поезда «Грузовой экспресс».

$$P = \sum_{i=0}^{K-1} \sum_{j=i+1}^{K} I_{ij} n_{ij} - \sum_{i=1}^{K-1} c_j^{ост} x_i - \sum_{i=0}^{K-1} \sum_{j=i+1}^{K} n_{ij} (c_i^{приц} + c_j^{отц}) \Rightarrow \max \quad (4)$$

где P – прибыль от оказания услуги «Грузовой экспресс», р.;

n_{ij} – количество вагонов для отправления в поезде «Грузовой экспресс», которое будет принято на станции *i*, ваг;

i – станция отправления вагонов с оплатой услуги «Грузовой экспресс», $i \in (0, K-1)$;

j – станция назначения вагонов с оплатой услуги «Грузовой экспресс», $j \in (1; K)$;

K – количество станций отправления, где 0 – это станция формирования поезда «Грузовой экспресс» и 1 – первая станция остановки поезда «Грузовой экспресс» с целью обмена вагонов;

$c_i^{ост}$ – расходы на одну остановку поезда, р.;

$c_i^{прицп}$ – расходы на выполнение операций по прицепке 1 вагона, р.;

$c_i^{отцп}$ – расходы на выполнение операций по отцепке 1 вагона, р.;

I_{ij} – доходы от оказания услуги «Грузовой экспресс» на 1 вагон при следовании вагонов от станции *i* до станции *j*, р.;

x_i – решение об остановке на станции.

Ограничения, которым должны удовлетворять переменные модели:

$$0 \le n_{ij} \le N_{ij} \tag{5}$$

$$\sum_{\substack{i \le m \\ j > m}} n_{ij} \le N\,, \tag{6}$$

$$\text{если } x_m = 0\text{, то } \sum_{\substack{i=m \\ j=m}} n_{ij} = 0\text{, где } \sum_{i=0}^{m-1} n_{im} = 0 \text{ и } \sum_{j=m+1}^{K} n_{mj} = 0 \tag{7}$$

где N_{ij} – максимальное количество вагонов для отправки в составе поезда «Грузовой экспресс», ваг.;

m – станция накопления вагонов для прицепки к составу поезда «Грузовой экспресс»;

$N = 71$ ваг.

$$x_i = \{0;1\} \tag{8}$$

где 0 – поезд не останавливается для обмена вагонов; 1 – поезд останавливается.

$$n_m = N - \sum_{\substack{i \le m \\ j > m}} n_{ij}\,, \tag{9}$$

где n_m – количество вагонов без оплаты услуги «Грузовой экспресс».

Также сформулировано ограничение для определения целесообразности остановки (затраты меньше, либо равны прибыли)

$$(c_i^{ост} + c_i^{прищ} + c_j^{отц}) \le \sum_{j=i+1}^{K} I_{ij} n_{ij} \,, \qquad (10)$$

Любое решение, удовлетворяющее ограничениям модели, является допустимым. Данная модель позволяет на этапе определения наиболее оптимального маршрута доставки грузов с оказанием услуги «Грузовой экспресс» выполнять оценку целесообразности остановок поезда на попутных станциях с целью обмена вагонов при соблюдении определенных ограничений для параметров, характеризующих движение ускоренного поезда «Грузовой экспресс».

В четвертой главе разработана методика выбора оптимальных маршрутов следования поезда «Грузовой экспресс» с остановками в пути для обмена вагонов. Методика позволяет принимать решение по корректировке заказов грузоотправителей при выборе оптимального маршрута следования «Грузового экспресса» (с остановками в пути) для учета запросов грузоотправителей на перевозку грузов в ускоренном поезде, при условии построения маршрутов по критериям максимизации прибыли и сокращения затрат. Согласно методике, процесс корректировки заказов грузоотправителей на отправку вагонов в составе «Грузового экспресса», необходимо проводить в текущие сутки с исследованием возможности переноса заказов на следующие сутки. Предложенная методика включает алгоритм поиска оптимального варианта маршрута следования поезда «Грузовой экспресс», порядок реализации которого представлен на рисунке 4.

Предложенная методика была апробирована и реализована в «Программном продукте для принятия оперативного решения о маршруте и составности поезда при оказании услуги «Грузовой экспресс» с учетом экономической эффективности». Программа обеспечивает автоматизацию расчета дохода ОАО «РЖД» от оказания услуги «Грузовой экспресс» и её сравнение с затратами на остановку и обмен вагонов, что позволяет оперативно принять решение о выполнении остановок поезда на заданных станциях обмена вагонов.

В диссертационной работе показано применение разработанной методики и программного продукта на действующем маршруте следования поезда «Грузовой экспресс» Новосибирск-Восточный – Хабаровск 2. Наиболее прибыльным оказался вариант с остановкой для обмена вагонов на трех станциях, прибыль при этом составила 101936 р. (таблица 1, рисунок 5).

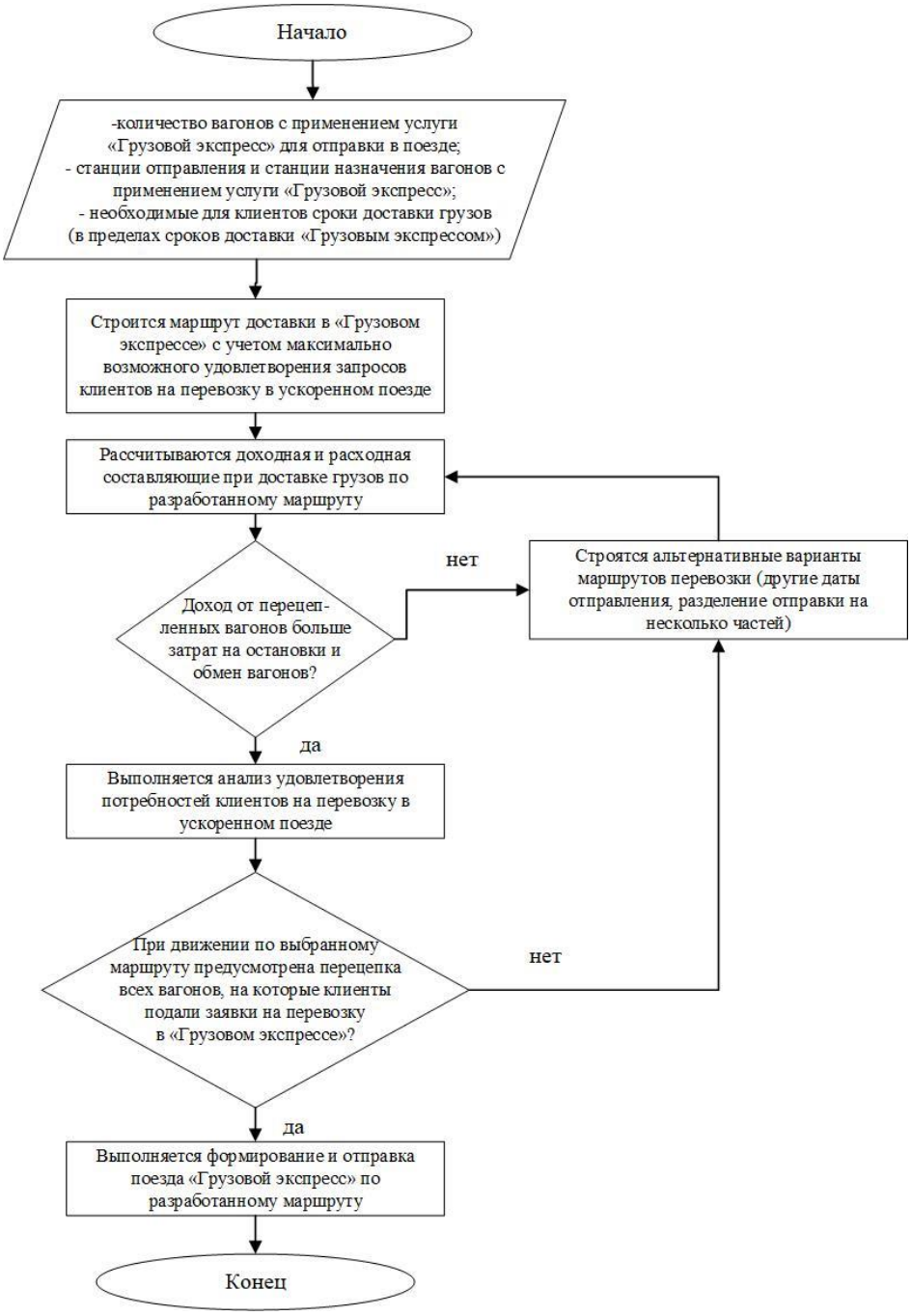
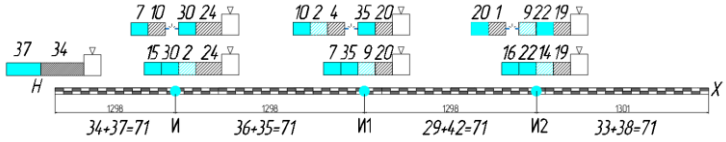


Рисунок 4 – Алгоритм поиска оптимальных вариантов маршрутов следования поезда «Грузовой экспресс» с остановками в пути для обмена вагонов

Таблица 1 – Вариант обмена вагонов на станциях остановки по пути следования поезда «Грузовой экспресс» на маршруте Новосибирск-Восточный – Хабаровск 2

Номер варианта	3
Описание варианта	- три остановки для обмена вагонов в пути следования поезда; - отцепляется часть оплаченных и часть неоплаченных вагонов и вместо них прицепляется часть других оплаченных и неоплаченных вагонов

Окончание таблицы 1

Номер варианта	3
Схема обмена	
Расчет дохода ОАО «РЖД» от оказания услуги «Грузовой экспресс» и принятие решения о выполнении остановки	$I_{б/о} = [0{,}5 \cdot 1237 \cdot (14{,}99 - 8)] \cdot 19 = 82080$ р. $I_{\frac{с}{о}} = [0{,}5 \cdot 1237 \cdot (14{,}99 - (8 + 0{,}11 + 0{,}11 + 0{,}11)] \cdot 19 = 78171{,}68$ р. $I_{ГЭ}^{И,И1-Х} = [0{,}5 \cdot 1237 \cdot (6{,}19 - 2)] \cdot 10 + [0{,}5 \cdot 1237 \cdot (6{,}19 - 2)] \cdot 2 +$ $+[0{,}5 \cdot 1237 \cdot (9{,}87 - 4)] \cdot 4 + [0{,}5 \cdot 1237 \cdot (9{,}88 - 4)] \cdot 9 +$ $+[0{,}5 \cdot 1237 \cdot (12{,}25 - 6)] \cdot 1 + [0{,}5 \cdot 1237 \cdot (6{,}19 - 2)] \cdot 5 = 95102{,}24$ р. $S = 22409{,}4 + 22234{,}77 + 22784{,}78 + (82080 - 78171{,}68) = 71337{,}27$ р. $71337{,}27 < 95102{,}24$ $101936{,}65 > 82080$ $S < I_{ГЭ}^{И,И1-Х}$ →следование с остановкой на всех трех станциях

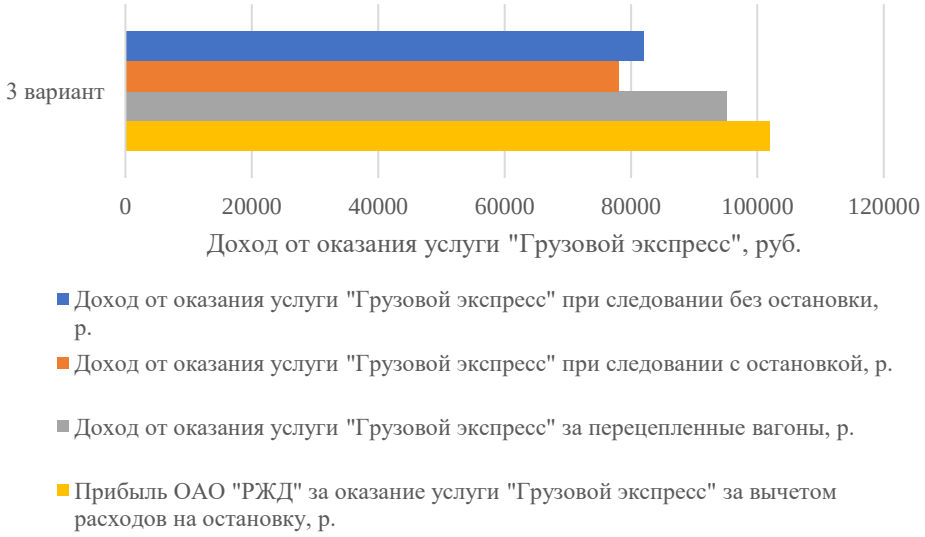


Рисунок 5 – Доходы и прибыль ОАО «РЖД» по третьему варианту

Сравнение величины изменения себестоимости перевозки груза в «Грузовом экспрессе» до (2697,9 тыс. р.) и после введения остановок (2700,0 тыс. р.) в пути следования для обмена вагонов и величины изменения дохода ОАО «РЖД» ($\Delta Д = 91193{,}92$ р.), получаемого от перевозки груза в составе поезда «Грузовой экспресс» до и после совершенствования технологии, подтвердило целесообразность применения предлагаемой технологии. Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что совершенствование услуги «Грузовой экспресс» увеличит доход компании ОАО «РЖД».

Рассчитанные показатели качества транспортного обслуживания пользователей железнодорожным транспортом (увеличение среднесуточной нормы продвижения

груза ($\upsilon_д = 649$ км/сут) и повышение уровня удовлетворения спроса (до $K_{ус} = 0,85$), а также создание условий равной конкуренции по сроку доставки с автомобильным транспортом, позволяют повысить привлекательность железнодорожного транспорта для потенциальных потребителей транспортных услуг и привлечь дополнительный грузопоток, если учесть, что стоимость доставки железнодорожным транспортом на большие расстояния (в рассмотренном варианте 5195 км) ниже, чем на автомобильном на 191789,49 р./1000т-км), что в дальнейшем обеспечит повышение прибыли ОАО «РЖД».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итоги исследования, результаты которого представлены в диссертационной работе, позволяют сделать следующие выводы:

1. Анализ рынка транспортно-логистических услуг, предоставляемых клиентам при перевозке грузов железнодорожным транспортом в России и за рубежом, показал высокую долю базовой услуги транспортировки и гораздо более низкую долю сервисов 3PL/4PL. В структуре базовой услуги транспортировки грузов доля сырья составляет 85 %. Для привлечения к перевозке железнодорожным транспортом высокодоходных грузов выполнены исследования по изучению спроса на услуги, предоставляемые клиентам в транспортном узле Н. Установлено, что ускоренные сервисы по перевозке грузов чаще всего используются клиентами, предъявляющими к перевозке средне- и высокодоходные грузы. Наибольшей востребованностью пользуются услуги «Перевозка грузов по расписанию» и «Грузовой экспресс».

2. Установлено, что действующая технология доставки грузов с применением услуги «Грузовой экспресс», несмотря на ее распространение на полигонах Октябрьской, Московской и Северной железных дорог (с Московской железной дороги в 2018 году отправлено 2 тыс. вагонов с оплатой услуги «Грузовой экспресс», с Северной – около 1,5 тыс. вагонов) оказалась не востребована в полной мере на Восточном полигоне (на направлении Новосибирск-Хабаровск в 2018 году отправлено всего 780 вагонов). Это связано с выявленными недостатками предоставления услуги – нерегулярностью отправления ускоренных поездов (один раз в неделю), невозможностью доставки грузов до станций, расположенных по пути следования поезда, т.к. доставка

осуществляется только до станции назначения поезда. Необходимость развития услуги «Грузовой экспресс» на Восточном полигоне обоснована данными прогноза роста объемов оправления грузов в данном направлении (прирост в среднем составит 7% к 2022 году), а также анализом комплекса социальных, экономических, политических и технологических предпосылок развития Восточного полигона.

3. Предложено усовершенствовать действующую технологию доставки грузов с применением услуги «Грузовой экспресс» путем осуществления обмена вагонов или групп вагонов в пути следования поезда «Грузовой экспресс». Для осуществления обмена вагонов в пути следования поезда «Грузовой экспресс» предлагаются станции, на которых поезд останавливается для выполнения технических операций (смена локомотива, смена бригад, экипировка и т. д.), а также рассматривается возможность введения дополнительных остановок в пути следования поезда для обмена вагонов. Определены доходная и расходная составляющие, формируемые при реализации предложенной технологии и на их основе – условие целесообразности выполнения остановок в пути следование поезда «Грузовой экспресс» с целью обмена вагонов (преобладание дохода над расходами).

4. Разработана математическая модель оценки целесообразности применения технологии следования поезда «Грузовой экспресс» с остановками и обменом вагонов на станциях в пути следования поезда. В основу модели заложено условие максимизации прибыли от оказания услуги «Грузовой экспресс», а также ограничения, связанные с нормой веса и длины состава на направлении и зависимость доходов и расходов от различных характеристик технологии доставки грузов в ускоренном поезде с остановками и обменом вагонов в пути следования.

5. Разработана методика по выбору оптимальных маршрутов следования поезда «Грузовой экспресс» с остановками в пути для обмена вагонов, в основу которой заложены алгоритмы поиска оптимальных вариантов маршрутов следования поезда «Грузовой экспресс» и определения минимального количества вагонов с оплатой услуги «Грузовой экспресс» с тем, чтобы остановки с целью обмена вагонов оказались выгодными. Методика позволяет принимать решение по корректировке заказов грузоотправителей при выборе оптимального маршрута следования «Грузового экспресса» (с остановками в пути), исходя из минимизации издержек и увеличения доходности услуги.

6. Выполнены расчеты по определению прибыли от применения усовершенствованной технологии ускоренной доставки грузов с использованием услуги «Грузовой экспресс», полученной за счет увеличения количества вагонов, перевозимых с оплатой услуги, а также определены показатели качества оказания усовершенствованной услуги с остановками и обменом групп вагонов в пути следования, которые позволяют сделать вывод о целесообразности ее применения.

7. Полученные в ходе диссертационного исследования результаты рекомендованы к использованию Западно-Сибирским Территориальным центром фирменного транспортного обслуживания. Разработанная методика по выбору оптимальных маршрутов следования поезда «Грузовой экспресс» позволит повысить уровень клиентоориентированности, привлечь дополнительные грузопотоки на железнодорожный транспорт. В перспективе, при продолжении исследований в данном направлении, возможна разработка комплексной транспортно-логистической модели перевозки грузов, предусматривающей расширение данной услуги за счет предоставления грузовых мест в вагонах, следующих в составе «Грузового экспресса», что также позволит увеличить число клиентов, предъявляющих к перевозке высокодоходные грузы.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в ведущих научных рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России

1. Ким А.С. Повышение эффективности услуги по ускоренной доставке грузов в направлении Дальнего Востока / Е. Д. Псеровская, А. С. Ким, О. А. Кузьмина // Транспорт Урала. – 2019. – № 2 (61). – С. 32–37.

2. Ким, А. С. Исследование потребительского спроса при формировании пакета транспортных услуг / А. С. Ким, Е. Д. Псеровская // Вестник транспорта Поволжья. – 2019. – № 5 (77). – С. 77–85.

3. Ким, А. С. Услуга «Грузовой экспресс» как способ повышения конкурентоспособности железнодорожного транспорта» / А. С. Ким, Е. Д. Псеровская // Вестник

Сибирского государственного университета путей сообщения. – 2020. – № 2 (53). – С. 37–45.

Свидетельство о регистрации программного продукта:

4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2019618847. Программный продукт для принятия оперативного решения о маршруте и составности поезда при оказании услуги «Грузовой экспресс» с учетом экономической эффективности / Псеровская Е. Д., Ким А. С., Кузьмина О. А., Чуприн К. В.; заявитель и правообладатель Сиб. гос. ун-т путей сообщения. – № 2019618847 ; заявл. 17.06.2019 ; опубл. 05.07.2019.

Публикации в журналах, научных сборниках и других изданиях

5. Ким, А. С. Пути совершенствования услуги по ускорению доставки грузов железнодорожным транспортом / А. С. Ким // Молодежная наука: Тр. XXIV всероссийской науч.-практ. конф. : – Красноярск : Изд-во КрИЖТ, 2020. – С. 79–83.

6. Ким, А. С. Обоснование эффективности ускоренной доставки грузов в направлении Дальнего Востока / А. С. Ким, И. Н. Кагадий // Политранспортные системы: сб. научн. ст. международной науч.-техн. конф. : – Новосибирск : Изд-во СГУПС, 2019. – С. 280–282.

7. Ким, А. С. Разработка методических положений по организации доставки грузов в ускоренных грузовых поездах / Е. Д. Псеровская, А. С. Ким, О. А. Кузьмина // Политранспортные системы: сб. научн. ст. международной науч.-техн. конф. : – Новосибирск : Изд-во СГУПС, 2019. – С. 292–294.

8. Балаганская (Ким), А. С. Исследование спроса на ускоренную доставку грузов в направлении Дальнего Востока / Е. Д. Псеровская, А. С. Балаганская, К. Л. Кагадий // Инновационные факторы развития транспорта. Теория и практика: сб. научн. ст. международной науч.-практ. конф. : – Новосибирск : Изд-во СГУПС, 2018. – С. 107–112.

9. Балаганская (Ким), А. С. Срок доставки груза – важное конкурентное преимущество / Е. Д. Псеровская, А. С. Балаганская // Евразийский союз ученых. – 2017. – № 8-1 (41). – С. 57-60.

Основные положения и результаты исследований самостоятельно получены автором. Личный вклад автора в работах, опубликованных в соавторстве, заключается в следующем: разработка методики и алгоритма реализации, анализ и обобщение полученных результатов, статистическая обработка полученных данных, построение зависимостей.

Ким Анастасия Сергеевна

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДОСТАВКИ ГРУЗОВ В УСКОРЕННЫХ ГРУЗОВЫХ ПОЕЗДАХ С ПРИМЕНЕНИЕМ УСЛУГИ «ГРУЗОВОЙ ЭКСПРЕСС»

Специальность 05.22.08 – Управление процессами перевозок
(технические науки)

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Подписано в печать 23.10.2020 г.
1,0 печ. л. Тираж 100 экз. Заказ № 3583.
Издательство ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет путей сообщения» 630049, г. Новосибирск, ул. Дуси Ковальчук, 191.
Тел. (383) 328-03-81. e-mail: bvu@stu.ru