

*На правах рукописи*



**МАСЛОВ ЕВГЕНИЙ СЕРГЕЕВИЧ**

**Разработка методов управления транспортно-экспедиционной  
деятельностью на основе интеллектуальных информационных  
технологий**

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

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Москва – 2019

Работа выполнена в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет транспорта» на кафедре «Управление транспортным бизнесом и интеллектуальные системы».

**Научный руководитель:** **Вакуленко Сергей Петрович**, кандидат технических наук, профессор, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет транспорта».

**Официальные оппоненты:** **Миротин Леонид Борисович**, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)», кафедра «Менеджмент», ведущий научный сотрудник;

**Коровяковский Евгений Константинович**, кандидат технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщений Императора Александра I», кафедра «Логистика и коммерческая работа», и.о. заведующего кафедрой.

**Ведущая организация:** федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный университет путей сообщения».

Защита состоится «3» октября 2019 г. в 13:00 на заседании диссертационного совета Д 218.005.09 на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет транспорта» по адресу: 127994, г. Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9, ауд. 1235.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте РУТ (МИИТ), [www.miiit.ru](http://www.miiit.ru).

Автореферат разослан «5» августа 2019 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета,

доктор технических наук, профессор

Козырев Валентин Александрович

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования** определяется необходимостью развития, совершенствования и оптимизации методик и принципов организации процессов транспортно-экспедиционной деятельности и методов оказания транспортно-экспедиционных услуг. Увеличение скорости при организации и исполнении транспортно-экспедиционных услуг требует соответствующего развития и совершенствования инструментов и методов работы транспортно-экспедиционных компаний.

Для оптимизации управления транспортно-экспедиционной деятельностью в современных условиях и новых вызовов рынку транспортно-экспедиционных услуг, которые основываются на запросах и требованиях клиентов, предлагается использовать современные интеллектуальные информационные технологии, методы информационного, концептуального и компьютерного моделирования цепей поставок и технологий виртуализации, которые позволят виртуализировать транспортные ресурсы для дальнейшего построения оптимального плана управления этой деятельностью.

На текущий момент ни одна транспортная компания не может осуществлять транспортно-экспедиционную деятельность без использования информационных технологий. Организация работы и формирование цепей поставок грузов происходят с помощью оперативного обмена данными и информацией между участниками транспортного процесса, а также своевременной реакции на потребности рынка транспортных услуг. Для того чтобы обеспечить нужный клиентам уровень качества транспортного сервиса, необходимо использование информационных систем и программных комплексов, позволяющих осуществлять анализ, планирование и поддержку в принятии управленческих решений.

**Степень разработанности темы.** Научно-теоретическая сфера исследований в области оптимизации управления транспортно-экспедиционной деятельностью и автоматизации процессов транспортной экспедиции на основе интеллектуальных информационных технологий, а также в связанных областях знаний, включая научные труды по следующим направлениям:

– организация и управление транспортно-экспедиционной деятельностью: труды ученых Б.А. Лёвин, В.В. Негреева, С.В. Глушков, Р.Н. Ковалев, П.В. Куренков, А.А. Кизим;

– применение информационных технологий при моделировании и управлении транспортно-логистическими и экспедиционными услугами:

разработки, методики, научные предложения В.В. Доенина, В.А. Шарова, В.В. Багиновой, В.И. Апатцева, С.М. Резера, А.А. Смехова, В.В. Виноградова;

– применение интеллектуальных информационных технологий в процессах оптимизации вопросов транспортной логистики и экспедиции: исследования и публикации С.П. Вакуленко, Г.В. Бубновой, П.В. Баскакова, В.М. Николашина, С.М. Резера, Н.Е. Лысенко;

– разработка методики оптимизации организации и управления транспортно-экспедиционной длительностью и оказания транспортного сервиса с использованием интеллектуальных информационных технологий: труды ученых В.А. Гапановича, В.Г. Матюхина, В.Н. Морозова, С.М. Ковалева, А.Г. Котенко, Е.Н. Розенберга, И.Н. Розенберга, П.А. Козлова, В.Д. Герами;

– разработка виртуальных методов управления на основе принципов виртуального управления транспортными системами: труды ученых В.Д. Верескуна, В.А. Медведева, А.С. Присяжнюка, С.В. Бачевского;

– разработки в области информационных и интеллектуальных технологий в логистике, цифровой логистике, применению и организации интеллектуальных транспортных систем, в том числе для использования в организации и регулировании транспортных потоков: труды ученых Л.Н. Поспеловой, М.О. Сураевой, М.Я. Блинкина, Л.А. Борисовой, Ю.О. Пазойского, А.Н. Рахмангулова;

– научные труды в области логистики и экономики транспортно-экспедиционной деятельности, включая вопросы межтранспортного взаимодействия: труды ученых В.И. Сергеева, В.В. Дыбской, С.В. Домниной, Г.В. Заходякина, Г.В. Бубновой, А.Я. Калининченка, Ю.А. Морозовой, С.М. Резера, А.В. Резера.

Научные труды перечисленных авторов широко известны и признаны как в России, так и за рубежом.

Однако развивающиеся информационные технологии управления и новые методы интеллектуальной организации транспортно-экспедиционной деятельности (в том числе связанные с реализацией единой транспортной цифровой платформы и необходимостью обеспечения научно-технологической базы для проектов развития транспортной отрасли в рамках решения задач направления «Цифровой транспорт и логистика» госпрограммы «Цифровая экономика» на период до 2024 г.) ставят новые проблемы в области совершенствования и оптимизации методик управления и организации транспортно-логистических процессов и функционирования интеллектуальных транспортных систем. Значительная проработка тематики организации и управления транспортно-экспедиционной деятельностью позволяет предложить на рассмотрение и внедрение в организационный, управленческий процесс таких новых технологических принципов, как виртуализация транспортно-

логистических ресурсов, формализация логистических операций, программно-конфигурируемая структура логистической цепи.

**Целью исследования** является разработка новых принципов организации, методик и методов управления транспортными процессами при транспортно-экспедиционной деятельности на основе интеллектуальных информационных технологий, благодаря чему возможно улучшение качества транспортно-экспедиционного сервиса оказания услуг.

**Основные задачи исследования:**

- анализ существующих принципов, способов и методов организации транспортно-экспедиционной деятельности в России и зарубежных странах;
- возможность уменьшения бумажного документооборота и межчеловеческих коммуникаций по телефону;
- повышение надёжности и безопасности оказания транспортно-экспедиционных услуг за счет снижения роли человеческого фактора при выполнении логистических операций и функций;
- совершенствование методик организации и методов управления транспортными процессами логистики транспортной экспедиции;
- глобализация транспортно-логистических систем и единых платформ оказания транспортно-логистических услуг;
- определение технологического и информационного стека для формирования единой транспортной цифровой платформы.

**Объектом исследования** являются информационные системы контроля и системы управления перевозками и производствами, транспортными технологическими процессами, при реализации транспортной экспедиции и оказании экспедиционных сервисов и услуг.

**Предметом исследования** являются методы управления и методики организации процесса управления транспортно-экспедиционной деятельностью на основе интеллектуальных информационных технологий.

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

- предложен новый способ организации транспортного экспедирования с участием нескольких вариантов выбора транспортных компаний на каждом участке логистической цепи;
- разработана модель цифрового экспедирования на основе использования микросервисного подхода и интеллектуальных информационных технологий;
- разработан новый метод решения транспортно-экспедиционных задач с использованием нейронных технологий, предложен новый способ применения виртуальных технологий в организации и управлении транспортной логистикой;

- разработана и использована в организации экспедиционных процессов управления сервис-ориентированная архитектура организации и управления перевозочным процессом;

- разработаны новая методика и цифровые методы управления транспортным процессом при организации транспортно-экспедиционной деятельности, основанные на многовариантной модели выбора исполнителя транспортных операций с использованием цифровой версии транспортно-логистической системы.

**Теоретическая и практическая значимость диссертации состоит в том, что** разработаны новые методики и методы организации транспортно-экспедиционной деятельности на основе виртуальной транспортно-логистической системы; предложена методика, позволяющая рассчитать план формирования и выполнения грузоперевозок с учетом динамических параметров транспортных процессов и систем; выполненные в диссертации расчёты показывают высокую эффективность новых методов управления транспортно-экспедиционной деятельностью.

Основные моменты диссертации послужат теоретической базой для дальнейшего развития и совершенствования методологии организации и управления транспортно-экспедиционной деятельностью на основе интеллектуальных информационных технологий, в том числе путем доработки интеллектуальной модели управления и улучшения процесса межтранспортного взаимодействия при мультимодальных перевозках с участием нескольких перевозчиков и транспортных операторов. Также обеспечивается возможность повышения экономической эффективности транспортных услуг, оказываемых экспедиционными компаниями.

**Методики и методы исследования.** При решении обозначенных в диссертации задач использовались:

- методы искусственного интеллекта при разработке новых моделей организации и управления транспортно-экспедиционной деятельностью;
- ДСМ-метод при построении информационных моделей управления;
- логистические методы при управлении транспортировкой грузов;
- методы информационного, концептуального и компьютерного моделирования транспортных процессов;
- формализация и виртуализация транспортно-экспедиционных операций и функций.

**Положения, выносимые на защиту, заключаются в следующем:**

- разработана модель динамической системы управления перевозочным процессом с использованием систем искусственного интеллекта;

- реализованы методы управления транспортно-экспедиционной деятельностью на основе цифрового управления транспортными объектами через киберфизическую транспортно-логистическую систему;
- разработана модель взаимодействия собственников транспортных средств и транспортной инфраструктуры (транспортных компаний и операторов) с организаторами транспортно-логистических процессов (транспортными экспедиторами) в бесшовном виде на основе цифровых технологий;
- построены модель цифровой версии транспортно-логистической системы и модель виртуальной транспортно-логистической системы;
- созданы технологии организации программно-конфигурируемых логистических сетей с помощью виртуализация логистических функций транспортно-логистических систем.

**Степень достоверности результатов и апробация проведенных в работе исследований.** Достоверность результатов научной работы подтверждается:

- проведенным анализом и агрегацией отечественного и иностранного опыта внедрения информационных технологий при организации и управлении транспортно-экспедиционной деятельностью;
- использованием в рамках исследования фундаментальных, научно подтвержденных методов информационного, концептуального и компьютерного моделирования при решении научных и прикладных задач;
- реализацией разработанной интеллектуальной модели организации и управления транспортно-экспедиционными операциями и функциями в процессе оказания транспортных услуг.

Основные моменты и результаты проведенного в диссертации исследования были презентованы и обсуждены на XII Международной научно-практической конференции «Научный форум: инновационная наука», г. Москва, 2018 г.; конференции «Современные технологии управления транспортным комплексом России: инновации, эффективность, результативность», г. Москва, 2018 г.; конференции «Тренды экономического развития транспортного комплекса России: форсайт, прогнозы и стратегии», г. Москва, 2018 г.

Диссертационная работа выносилась для обсуждения на заседании кафедры «Управление транспортным бизнесом и интеллектуальные системы» РУТ (МИИТ).

Разработанные на основе диссертационного исследования методики и методы управления были апробированы и приняты к внедрению в ООО «Северная грузовая компания» (ООО «СГК»), о чем свидетельствует акт о внедрении результатов исследования, касающихся разработки методов управления транспортно-экспедиционной деятельностью.

**Публикации.** По теме диссертационного исследования были опубликованы шесть научных статей, в том числе в рецензируемых научных изданиях, рекомендуемых ВАК России, – три работы.

**Структура и объем работы.** Диссертация включает в себя введение, четыре главы, заключение, список литературы и одно приложение. Общий объем работы составляет 158 страниц, в том числе восемь таблиц, 35 рисунков и два графика. Список литературы включает 150 наименований.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во Введении** обоснована актуальность темы диссертационного исследования, которая обуславливается необходимостью ее комплексного научного изучения и практического исследования, определена и рассмотрена степень изученности проблемы, рассматриваемой в диссертационном исследовании, поставлена цель и сформулированы основные задачи, отражены научная новизна, теоретическая и практическая значимость, положения, выносимые на защиту, степень достоверности и апробация полученных результатов исследования.

**В первой главе «Анализ развития использования информационных технологий в системах управления перевозочным процессом на транспортных системах России и обзор мирового опыта»** проведен анализ имеющихся исследований в области технологического развития транспортно-экспедиционных услуг и развития информационных технологий на транспорте при цифровизации транспортных процессов.

Проведен анализ состояния существующих разработок и передовых инновационных проектов в России и за рубежом в области транспортной экспедиции и высокоскоростной доставки грузов, совершенствования технологий управления и организации интеллектуальных транспортных систем и развития цифровой логистики.

Выполнен анализ зарубежных и отечественных передовых проектов и технологий в области развития средств автоматизации транспортно-экспедиционных систем и управления транспортными технологическими процессами, по результатам которого были выделены для исследования такие зарубежные проекты, как роботизированный склад «Amazon.com, inc» и инновационная транспортная услуга «Amazon Prime», глобальная логистическая система «Alibaba Group», а также отечественные проекты в области интеллектуального управления движением и перевозочным процессом на железнодорожном транспорте «Автоматизированная Система Управления Железнодорожным Транспортом(АСУЖТ)» и «Интеллектуальная Система



Управления Железнодорожным Транспортном (ИСУЖТ)» и проект «Цифровая железная дорога» ОАО «Российские железные дороги».

Рассмотрены новые бизнес-модели цифровой транспортной экспедиции и логистики в режиме реального времени, а также опыт логистического аутсорсинга в транспортной системе России.

Приведена схема аутсорсинга логистических функций на примере сбыта готовой продукции (рисунок 1).



Рисунок 1 – Схема аутсорсинга логистических функций на примере сбыта готовой продукции

Выявлено, что настоящее и будущее модернизации экономики, новых видов и способов взаимоотношений транспортных организаций и грузовладельцев России развиваются в направлении применения инновационных систем. Время, качество, безопасность и расходы стали едва ли не самыми критическими факторами в управлении транспортно-экспедиционными системами.

В результате проведенного аналитического исследования определена проблема, заключающаяся в необходимости усовершенствования и разработки методик организации и управления транспортно-экспедиционной деятельностью, основанных на применении и использовании интеллектуальных информационных технологий.

**Во второй главе «Формализация и автоматизация логистических операций и функций на базе интеллектуальных информационных технологий»** приведена методика построения информационных моделей в управлении транспортно-логистическими услугами транспортного

экспедирования и рассмотрена формализация процессов взаимодействия управления на транспорте.

Определены и обозначены этапы выполнения транспортного экспедирования, которые состоят из нескольких частей, так как оно предполагает не только доставку груза «от двери до двери», но и весь комплекс услуг, связанных с организацией транспортировки товара.

На этапе построения информационных моделей управления транспортно-логистическими услугами транспортного экспедирования для построения гипотез, определения ключевых атрибутов и прогнозирования их влияния на результат всего процесса может быть использован и применен метод автоматического порождения гипотез, а именно ДСМ-метод, являющийся средством интеллектуального анализа данных. Этот метод позволяет формализовать процедуру правдоподобного (абдуктивного, индуктивного) и дедуктивного вывода, которую определяют как ДСМ-рассуждение. Понятие ДСМ-рассуждения можно определить на основе синтеза трёх познавательных процедур, таких как аналогия, абдукция, индукция. При использовании ДСМ-метода первым шагом является применение правил первого и второго рода, а затем необходима проверка условия каузальной полноты. К правилам первого рода относится процедура индукции, к правилам второго рода – процедура аналогии. Данные процедуры последовательно применяются, пока в процессе их работы возникают новые гипотезы:

$$H(c, p) = \begin{cases} +1, & \text{если } M^+(F, c, p) \& \neg M^-(F, c, p) \& \neg M^0(F, c, p), \\ -1, & \text{если } M^-(F, c, p) \& \neg M^+(F, c, p) \& \neg M^0(F, c, p), \\ 0, & \text{если } (M^+(F, c, p) \& M^-(F, c, p)) \vee M^0(F, c, p), \\ \tau, & \text{если } \neg M^+(F, c, p) \& \neg M^-(F, c, p) \& \neg M^0(F, c, p). \end{cases} \quad (1)$$

где  $H(c, p) = +1$  – положительная гипотеза, если «с» причина свойства «р»,  $H(c, p) = -1$  – отрицательная гипотеза,  $H(c, p) = 0$  – наличие положительных и отрицательных свойств;

$\tau$  – когда причина не определена;

$M^+(F, C, P)$  – задает условие того, что «С» относится к группе положительных или  $M^-$  отрицательных гипотез;

выражение  $M^0(F, c, p)$  – задает условие того, что «с» является нейтральным и предложенным условием.

С развитием теории управления цепями поставок выявлены новые подходы к организации и управлению перевозками. Определено, что во время выполнения транспортно-экспедиционных услуг и экспедирования товаров исполнитель чаще

всего прибегает к мультимодальной схеме доставки грузов, которая заключается в использовании разных видов транспорта одной перевозочной компанией.

В процессе научного исследования деятельности транспортно-экспедиционных компаний удалось выяснить, что на сегодня возможность использования различных видов транспорта доступно только в рамках одной перевозочной компании, что является проблемным местом в организации перевозок грузов. Когда нет возможности оперативно произвести замену или подмену транспортного средства или целого оператора в случае возникновения проблем, то отпадает возможность выполнения договора на оказание транспортных услуг, даже при условии дальнейших санкций и штрафов. Для того чтобы исключить возникновение данной проблемы в будущем, предлагается использовать комплексный подход при организации перевозочного процесса на основе интеллектуальных транспортных систем, которые являются связующим звеном между транспортно-логистическими и экспедиционными компаниями. Обозначены принципы, по которым на текущий момент организуется реализация процесса транспортных перевозок:

- логистический;
- традиционный.

При традиционном подходе отсутствует оператор мультимодальной перевозки, управляющий всем процессом перемещения груза. При этом все участники процесса взаимодействуют последовательно. Информация и финансовые потоки в традиционном потоке передаются исключительно между смежными звеньями цепочки. Это объясняет то, что в подобной цепочке не установлены единые тарифы.

При логистическом подходе всем процессом руководит единый оператор перевозки, благодаря чему схема сообщения преобразуется в последовательно-центральную. В этом случае появляются общие тарифы на перевозку.

В исследовании предложен новый принцип организации транспортно-логистических процессов, а именно цифровой. При использовании нового принципа предлагается использование единой транспортной цифровой платформы, которая может обеспечить конкурентоспособное взаимодействие и организацию межтранспортного и межоператорного взаимодействия при выполнении задач транспортной экспедиции.

Приведены новая сервис-ориентированная методика и технология взаимодействия на транспорте. Определены понятие транспортных микросервисов и их роль в транспортно-экспедиционном обслуживании грузов, перевозимых с участием железнодорожного транспорта.

В этой главе также рассмотрены и приведены такие методы исследования и моделирования транспортных объектов и виды транспортных моделей, как

информационные, компьютерные, концептуальные, имитационные, оптимизационные, прогнозные.

Разработаны и предложены к использованию методы формализованного описания и унификации транспортно-логистических операций и соответствующих функций на основе транспортной модели. В основе последней лежит абстрактная теория транспортных процессов и систем, разработанная учеными РУТ (МИИТ) и позволяющая обеспечить реализацию киберфизических систем. При анализе работы транспортно-логистических систем интерес представляют процессы, которые зависят от разных моментов времени. Поэтому для формализованного описания транспортно-логистических операций и функций используются логико-разностные модели, в основе которых лежит следующий математический аппарат:

$$\begin{aligned} Z_v &= f_z(x_v, s_v), \\ S_{v+1} &= f_s(x_v, s_v), \\ d_{v+1} &= f_d(x_v, s_v), \\ x_v &= f_x(t_v) = t_{v-1} + \Delta t, \end{aligned} \quad (2)$$

где  $Z_v$  – реакция управляющего устройства в  $v$ -й момент;

$f_z, f_s, f_d, f_x$  – характеристические функции;

$S_{v+1}$  – состояние управляющего устройства в  $v+1$ -й момент времени;

$x_v$  – воздействие на объект в  $v$ -й момент, изменяющееся в зависимости от времени  $t$ ;

$t_v$  – текущий момент времени;

$\Delta t$  – шаг по времени.

Выделен базовый набор операций:

$$\begin{aligned} Y &= \{S_i, B_j, H_k, V_i, L_g, R_m, N_p\}, \\ Q &= \{q_0, q_1, q_2 \dots q_n\}, \\ D &= \{ST, RE, EX, R, L, R(S_k)\}. \end{aligned} \quad (3)$$

Используемые в формуле символы обозначают:  $S_i, S_k$  – адреса пунктов;  $B_j$  – незанятые объектом зоны;  $H_k$  – зоны управления;  $V_i$  – транспортные объекты;  $L_g$  – транспортируемые объекты;  $R_m$  – места выбора направлений движения;  $N_p$  – препятствия по пути следования; множество  $Q$  – все возможные состояния управляющего устройства;  $ST$  – команда на передвижение объекта на одну ячейку по направлению движения;  $RE$  – команда для смены вектора движения;  $EX$  – команда для остановки объекта или ожидания дальнейших команд;  $R(S_k)$  – команда на выполнение одного шага от зоны  $R$  к зоне  $S_k$ ;  $R, L$  – изменение пути движения соответственно вправо или влево.

На основании базового набора операций определена логика организации транспортных операций, которая определяется совокупностью следующих управляющих команд:

$$\begin{aligned}
 & \frac{V_i}{q_0^i} V_{i-1} EX \frac{V_i}{q_0^i}, \quad \frac{V_i}{q_0^i} BST \frac{V_i}{q_0^i}, \quad \frac{V_i}{q_0^i} S_b ST \frac{V_i}{q_1^i}, \quad \frac{V_i}{q_1^i} V_{i-1} ST \frac{V_i}{q_1^i}, \\
 & \frac{V_i}{q_1^i} BV_i \frac{E_i}{q_2^i}, \quad \frac{E_i}{q_2^i} V_i ST \frac{E_i}{q_2^i}, \quad \frac{E_i}{q_2^i} BST \frac{E_i}{q_2^i}, \\
 & \frac{E_i}{q_2^i} S_A ST \frac{E_i}{q_3^i}, \quad \frac{E_i}{q_3^i} BST \frac{E_i}{q_3^i}, \quad \frac{E_i}{q_2^i} VB \frac{V_i}{q_0^i}.
 \end{aligned} \tag{4}$$

Определены понятия сервис-ориентированного подхода и методов организации взаимодействия управления на транспорте, а также транспортных микросервисов в транспортно-экспедиционном обслуживании грузов при мультимодальных перевозках.

Уберизация логистики является важным элементом цифровой экономики. Главная проблема перевозчиков – порожние рейсы, составляющие более 60% времени движения. Идея уберизировать эту сферу лежала на поверхности. После своего успешного дебюта компания Uber представила сервис по доставке грузов из магазинов Европы и США, и мгновенно появились сервисы-клоны, которые взяли на вооружение эту модель. При этом клиент получает удобный сервис – возможность связываться напрямую с грузоперевозчиками, отслеживать свой груз в реальном времени и удобный поиск агентов. Дополнительная выгода – возможность сэкономить на экспедиционных наценках. Перевозчики же со своей стороны могут оперативно брать дополнительные заказы, планировать свою загрузку и сокращать долю холостых пробегов.

В логистике достаточно много «псевдоуберов». К таким сервисам можно отнести биржи грузов и перевозчиков. Они не решают проблемы конечных клиентов: процесс выбора перевозчика остается непрозрачным для клиента, обеспечения возможных рисков на себя они не берут.

Таким образом, транспортные системы, основанные на сервис-ориентированном подходе, могут быть независимы от технологий разработки и платформ (используемые в каждой компании различные «Enterprise Resource Planning (ERP)», «Customer Relationship Management (CRM)», «Warehouse Management System (WMS)», «Transportation Management System (TMS)» и другие системы). К примеру, сервисы, работающие на платформах «1С», и сервисы «System Analysis and Program Development (SAP)» могут быть успешно описаны общим интеграционным приложением, которое будет управляться единым мультимодальным оператором. Приложения и IT-платформы, построенные в рамках одних платформ, могут обращаться к сервисам, которые работают под управлением других платформ, благодаря чему возможно многократное

использование многофункциональных компонентов и обеспечение взаимозаменяемости операторов, оказывающих транспортные сервисы и услуги.

Транспортные микросервисы – это современное представление сервис-ориентированной архитектуры, используемое для создания распределенных транспортных систем. Микросервисы могут быть представлены как децентрализованная архитектура транспортной системы, в которой ее компоненты проектируются и развиваются независимо друг от друга. Связь между отдельными компонентами поддерживается через общие API и посредством Интернета. Таким образом, модули или сервисы разбиваются на множество компонентов, которые взаимодействуют с помощью информационных технологий и интеллектуального программного обеспечения.

Микросервисный подход обеспечивает следующие преимущества:

- гибкость. Благодаря разбиению транспортной системы на компоненты каждая отдельная его часть разрабатывается независимо. Отпадает необходимость синхронизации действий отделов транспортной компании. Вместо того, чтобы собирать команду из 100 человек, которые будут работать над одним проектом, можно сформировать 10 команд по 10 человек, проектирующих отдельные компоненты и внедряющих новые функции по мере их готовности. Также не нужно составлять расписание обновлений и собирать совещания для синхронизации – новые транспортные решения и функции появляются сразу, как только они будут готовы и сразу доступны через интерфейс для всех участников;

- частичные нарушения. Если какой-то компонент приложения/компании перестает работать, нет опасности того, что откажет все приложение полностью. Целью является сужение круга неисправностей и минимизация их последствий. Например, если у одной из компаний проблемы с TMS-системой управления на железнодорожном транспорте, а транспортная система компании создана с использованием микросервисного подхода, то при отказе функции перевозки по ж.д. возможность использовать автотранспорт у клиентов все равно остается;

- уменьшение усилий, направленных на синхронизацию действий между различными этапами выполнения транспортных услуг. Команды логистов создают компоненты и схемы, которые включаются в приложение, независимо от деятельности других команд. Интеграция компонентов осуществляется с помощью общих API. Поскольку усилия всей команды сосредоточены только на одном компоненте, ее эффективность повышается. Участники коллектива, разрабатывающие только одну функцию, становятся экспертами в соответствующей области.

Упрощенное представление сервис-ориентированного подхода и взаимодействия микросервисов представлены на рисунке 2.

В третьей главе «Разработка методов автоматизированного управления транспортно-экспедиционным обслуживанием на базе современных интеллектуальных информационных технологий» разработаны приемы и методики построения цифровых (компьютерных) моделей с учетом особенностей транспортно-логистических систем на различных видах транспорта и их взаимодействие при грузоперевозках. На основе формализованного описания транспортно-логистических операций и функций разработаны информационные, концептуальные и имитационные модели, реализующие функцию управления во время выполнения транспортных операций.

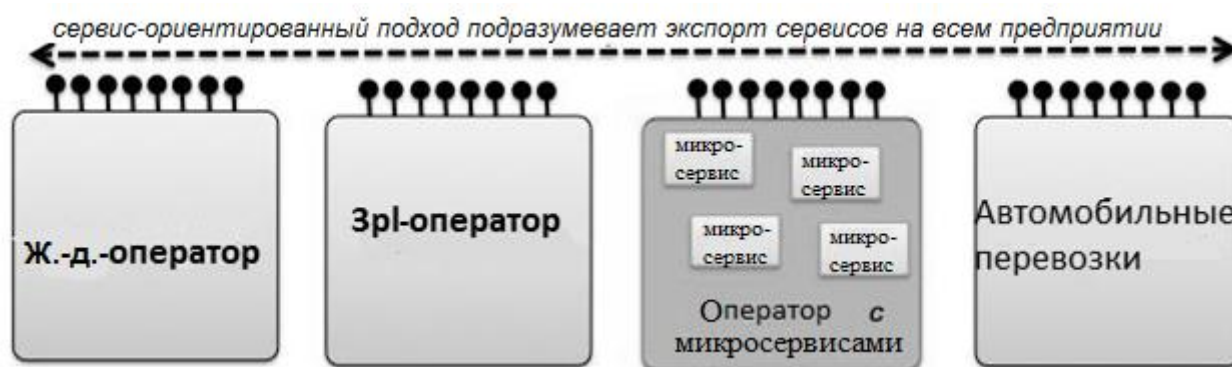


Рисунок 2 – Микросервисы, являющиеся частью архитектуры транспортного предприятия

Определены параметры и свойства интеллектуальных транспортных моделей управления с использованием интеллектуальных информационных технологий и методов искусственного интеллекта (нейронных сетей). Показана реализация нового подхода управления транспортно-экспедиционной деятельностью с помощью методов виртуализации транспортно-логистических операций и функций как основы транспортной модели управления.

В этой же главе показан процесс формирования управляющих команд на выполнение транспортных операций при грузоперевозках с использованием предложенных моделей.

Транспортно-экспедиционное обслуживание представляется в виде процесса, т.е. последовательно выполняется набор заданных операций, и полученная совокупность операций будет представлена в виде упорядоченного по времени старта множества элементов:

$$\begin{aligned}
 T_x &= \{x_1, x_2, \dots, x_n\}, \\
 x_i \prec x_j &\text{ при } i < j \leftrightarrow t_{ni} \leq t_{nj},
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

где  $x_i$  обозначает транспортно-экспедиционную операцию (набор операций);

$n$  определяет общее количество операций во всем комплексе;

- ↳ указывает на отношение порядка, когда первый элемент выполняется перед вторым;
- ↳  $t_{ni}, t_{nj}$  – задает время старта  $i$ -й и  $j$ -й операций соответственно.

Описаны инновационный метод организации и управления экспедиционной деятельностью, «цифровой экспедитор» на такой основе, как программно-конфигурируемые сети цепочек поставок и применение математического аппарата искусственных нейронных сетей для прогнозирования грузопотоков. В модели цифрового экспедитора весь обмен информацией и все взаимоотношения экспедиторов с транспортными организациями, грузоотправителями и грузополучателями реализуются с помощью цифрового взаимодействия и обмена информацией в режиме онлайн.

Модель Цифровой экспедиции изображена на рисунке 3.

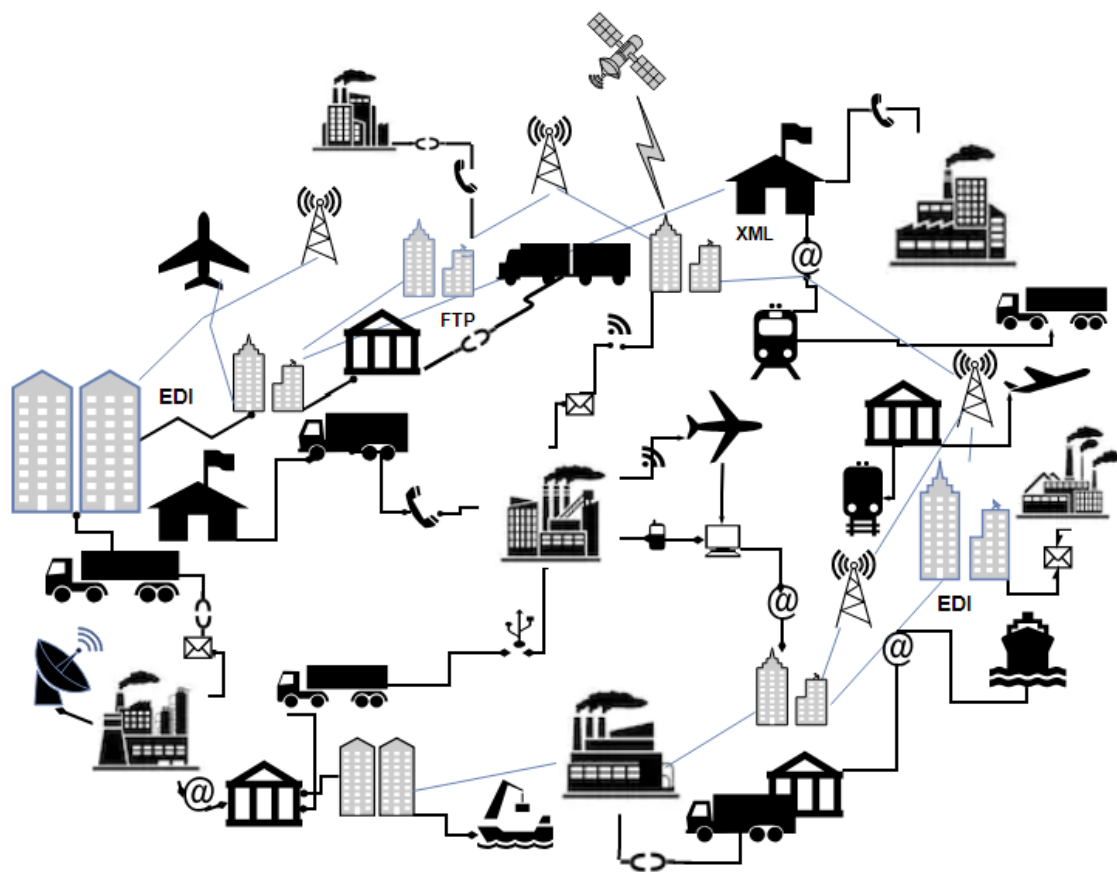


Рисунок 3 – Цифровая модель взаимодействия и управления экспедиционной деятельностью

Данная цифровая модель демонстрирует взаимодействие различных транспортных объектов и элементов транспортной системы на основе различных



цифровых технологий, благодаря чему процесс коммуникаций может проходить удаленно под контролем интеллектуальных систем управления. Используя технологии и методы виртуализации, реализуется новый метод управления транспортно-экспедиционной деятельностью, который позволяет не только в режиме реального времени знать месторасположения транспортного объекта или груза, но и реализовывать взаимодействие цифровых и реальных объектов по средствам информационных распределенных систем управления.

Одним из подходов, позволяющим реализовать новую цифровую модель экспедиции, является распределенное управление, сетевые системы и технологии. Одной из таких технологий и систем является технология Интернет-вещей. Виртуализация логистических функций транспортно-логистических систем обеспечивает реализацию логистической операции (в программно-цифровом виде) с помощью информационной модели, которая строится на основании прообраза и подобия реальных и фактических действий в транспортно-логистических системах, и осуществляет управление и контроль процессов и функций, происходящих в транспортных системах, а также участвует в построении логистической цепочки в автоматическом режиме (только при задании цели и требуемого результата выполнения логистического процесса).

Быстрый анализ информации, оценка ситуации и принятие на основе полученных выводов опережающих управленческих решений – вот ключ к решению возникающих проблем при оптимизации транспортных и логистических процессов, которые выполняют перемещение определенного количества груза в нужную точку, рассчитанным маршрутом, в расчётное время и с минимальными издержками. Создание виртуальной транспортной системы может помочь в управлении и контроле над беспилотными транспортными средствами, которые в скором времени планируется использовать, в том числе и имеющимися транспортными решениями. Концепция автоматизированного (беспилотного) транспортного средства предполагает полное управление и навигацию при помощи цифровых технологий без участия водителя. С текущими реализациями транспортно-логистических систем интеграция в них автономного транспорта невозможна.

Виртуальная транспортная система должна стать единой платформой взаимодействия интеллектуальных транспортных систем, которые сейчас имеют очень слабую связанность, из-за чего не реализуется системный эффект. Кроме того, благодаря созданию единой виртуальной транспортной системы, становится возможной реализация системы единого электронного билета на все виды транспорта, так как все данные о маршрутах различных видов транспорта, их расписания и прочая информация унифицированы в рамках единого подхода для взаимодействия в виртуальной транспортной системе. Виртуальное управление

транспортной логистикой вскоре также станет базовым требованием как для грузоотправителей и грузополучателей, так и для государственных органов, регулирующих работу транспортной отрасли. С помощью виртуализации представлений логистического процесса онлайн грузоотправитель сможет выбрать склад, груз с которого нужно перевезти, вид транспорта и место назначения с возможностью доставки до логистического центра. Кроме того, можно наблюдать на экране монитора за развитием и протеканием транспортного процесса с возможностью контроля и участия в управлении, например, в случае динамической смены условий и конечной точки дислокации, которая потребует от транспортной системы перерасчета и адаптации к новым условиям, изменения маршрута и внесения корректировки в транспортный процесс.

Таким образом, с помощью виртуальной логистической модели возможно построение виртуального маршрута, создание виртуального представления склада и управление запасами с помощью компьютерной модели, на основе которых реализуется поддержка удаленного контроля над транспортными операциями и физическим перемещением грузов с помощью одного клика в компьютерной программе, благодаря виртуальным приборам управления. Еще одним важным достоинством виртуальной информационной модели является то, что каждая ее деталь и элемент несут в себе полный набор информации для ее реализации и исполнения, включая характеристики, параметры и детали производства. Виртуализация логистических функций и последующее создание виртуальной транспортной системы позволяют оптимизировать использование имеющейся транспортной инфраструктуры и транспортных средств и служат основой для создания единого информационного пространства и обеспечения цифровизации взаимодействия независимых перевозчиков и участников логистической цепи поставок.

Предложена схема цифрового управления работой экспедиционной компании с применением нейросетевых технологий (рисунок 4).

**В четвертой главе «Оценка эффективности предложенных методов и моделей управления в транспортном экспедировании»** рассмотрена экономическая эффективность предлагаемых методов оптимизации транспортного экспедирования на базе современных интеллектуальных информационных технологий.

Приведен анализ работы и выполнена апробация разработанных интеллектуальных моделей управления на основе реальных транспортно-экспедиционных примеров и данных. Показаны снижение затрат и растущая рентабельность транспортно-экспедиционных услуг, сформированных и организованных с помощью предложенных в диссертации методик.

Рассмотрены эффективность, оптимизация, скорость и сроки, которые всегда имели решающее значение для логистических операций при транспортировке грузов.

Выполнено сравнение качества и уровня надежности оказания транспортно-экспедиционных услуг с помощью текущего варианта реализации и новых предложений в диссертации.

Проведена сравнительная характеристика затрат времени на работу менеджерами по логистике при восьмичасовом рабочем дне, учитывая показатели до и после внедрения интеллектуальной информационной системы (таблица 1).

Таблица 1 – Затраты времени на выполнение разных операций

| №  | Название показателя  | Результаты до внедрения, ч | Результаты после внедрения, ч |
|----|--|----------------------------|-------------------------------|
| 1  | Обработка заказа   | 2,0                        | 1,8                           |
| 2  | Расчёт тарифа  | 1,0                        | 0,5                           |
| 3  | Оценка параметров перевозимого груза   | 0,5                        | 0,3                           |
| 4  | Анализ и подбор ТС   | 0,3                        | 0,1                           |
| 5  | Поиск дополнительного груза для полной загрузки ТС                                 | 0,5                        | –                             |
| 6  | Оформление договоров с контрагентами   | 0,7                        | 0,5                           |
| 7  | Документооборот  | 1,5                        | 1,0                           |
| 8  | Информационное обеспечение водителей, кладовщиков, перевозчиков о состоянии заказа | 0,5                        | 0,3                           |
| 9  | Контроль состояния и статуса перевозки, обработка документов и выставленных счетов | 0,7                        | 0,5                           |
| 10 | Формирование планов и отчета о проделанной работе                                  | 0,8                        | 0,5                           |
| 11 | Итого  | 8                          | 5,5                           |

Анализ таблицы показал, что внедрение предложенной модели цифровой экспедиции позволит значительно снизить время выполнения операций, за счет чего дополнительно снижаются трудозатраты менеджера и логиста.

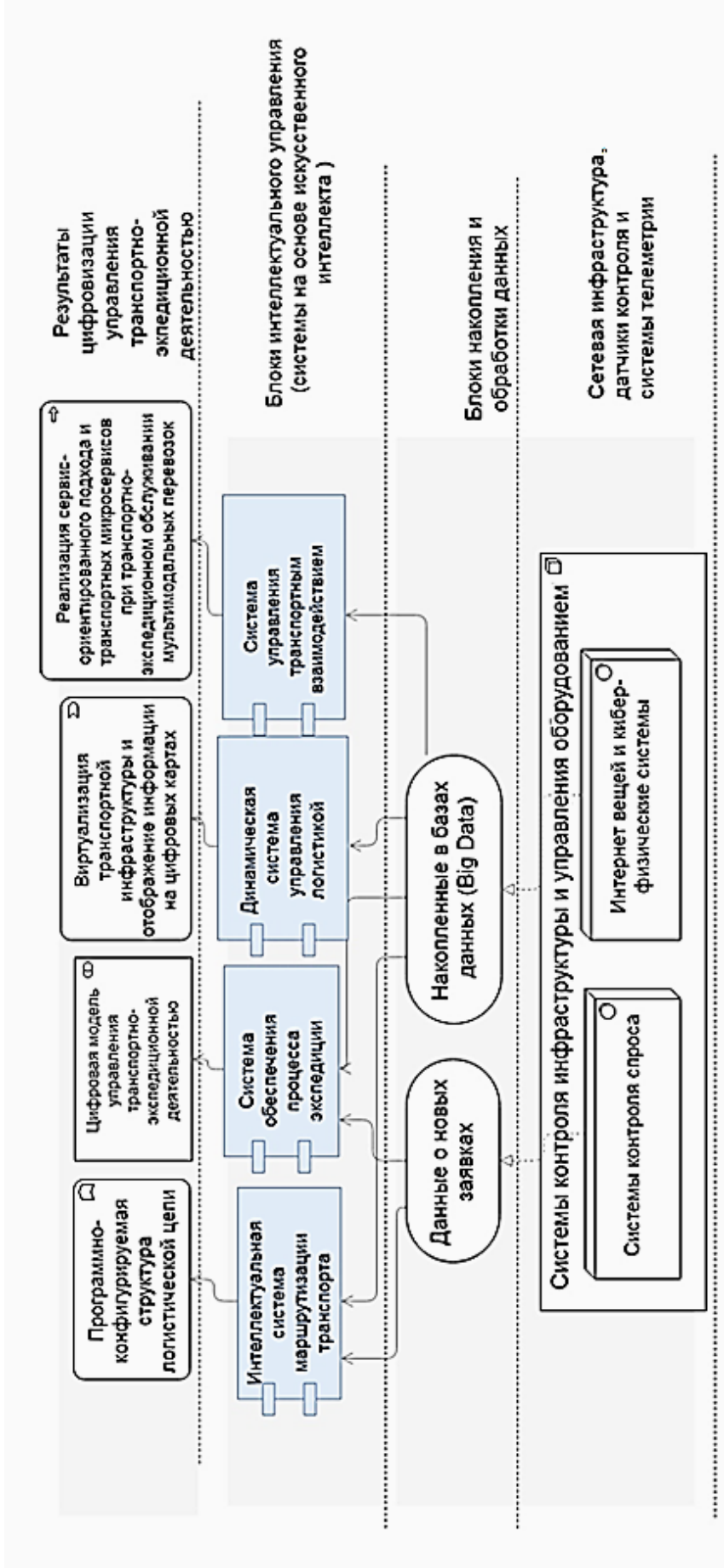


Рисунок 4 – Схема цифрового управления экспедиционной компанией на основе нейросетевых технологий

Для оценки инвестиционной привлекательности внедрения проекта необходимо найти показатель чистого дисконтированного дохода (ЧДД), который рассчитывается как сумма всех имеющихся эффектов за определенный период расчёта, приведенная к исходному шагу. При расчете в базовых ценах величина ЧДД при постоянной норме дисконта определяется по формуле:

$$E = \sum_{t=1}^T (P_t - Z_t) \cdot \frac{1}{(1+E)^t} - K, \quad (6)$$

где  $P_t$  – результат после внедрения разработанной ИТС в руб.;

$Z_t$  – совокупные затраты на разработку, внедрение и эксплуатацию ИТС в руб.;

$\Delta t = (P_t - Z_t)$  – полученный эффект для  $t$ -го шага расчета;

$K$  – совокупные вложения;

$t$  – порядок шага для расчета;

$T$  – срок периода расчета;

$E$  – норма дисконта, примем в 12% годовых.

На примере выбранной компании эффект, достигаемый на третьем шаге расчета, был получен как  $\Delta t = (P_t - Z_t) = \Delta_{\text{ит}} = 8\,700\,849 \text{ руб.} - 6\,540\,349 \text{ руб.} = 2\,160\,500 \text{ руб.}$

Шаг расчета  $t$  примем за один год с периодом расчета три года и с учётом того, что результат внедрения ИТС будет получен сразу после внедрения ИТС, без адаптационного периода.

В результате, если показатель чистого дисконтированного дохода проекта имеет положительное значение, значит, данный проект будет эффективным (при определенной норме дисконта).

В итоге суммарный дисконтированный доход для данного проекта за принятый период расчета в три года будет равен:

$$E = \Delta_1 \frac{1}{1+E} + \Delta_2 \frac{1}{(1+E)^2} + \Delta_3 \frac{1}{(1+E)^3} - K. \quad (7)$$

Подставив вычисленные ранее значения в формулу, получим:

$$E = \frac{2\,160\,500}{1,12} + \frac{2\,160\,500}{1,12^2} + \frac{2\,160\,500}{1,12^3} - 3\,745\,095 = 1\,929\,017,85 + 1\,722\,337,37 + 1\,543\,214,28 - 3\,745\,095 = 5\,194\,569,5 - 3\,745\,095 = 1\,449\,474,5.$$

В результате расчетов получено  $E > 0$ , а положительное значение позволяет сделать вывод о том, что инвестирование в данный проект целесообразно и разработанная ИТС сможет увеличивать прибыль компании при заданной норме дисконта.

Внедрение инновационных транспортных и интеллектуальных технологий, которые будут соответствовать передовым мировым стандартам и лучшим достижениям, обеспечат эффективное технологическое и информационное взаимодействие различных видов и типов транспорта, а также объединят всех участников транспортно-логистического процесса. По оценкам экспертов, к 2025 году сроки доставки при мультимодальном сообщении будут оптимизированы более чем на 20% исходя из показателей 2018 года.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В диссертации приведены научно обоснованные предложения по разработке методик организации и методов оптимизации управления транспортно-экспедиционной деятельностью на основе интеллектуальных информационных технологий.

По теме диссертационной работы получены следующие результаты.

1. Предложен новый вариант организации транспортного экспедирования с участием нескольких вариантов выбора транспортных компаний на каждом участке логистической цепи.
2. Разработана модель цифрового экспедирования на основе микросервисного подхода и использования интеллектуальных информационных технологий.
3. Предложен новый способ применения виртуальных технологий в организации и управлении транспортной логистикой.
4. Разработан новый метод решения ряда транспортно-экспедиционных задач с использованием нейронных технологий.
5. Разработана и использована в организации экспедиционных процессов управления сервис-ориентированная архитектура управления перевозочным процессом.
6. Решена задача организации перевозочного процесса в транспортно-экспедиционной компании на основе применения интеллектуальных информационных технологий.
7. Введены новые понятия, такие как транспортные микросервисы, программно-конфигурируемые логистические сети.
8. Разработаны новые методы управления транспортными процессами при организации транспортно-экспедиционной деятельности, основанные на многовариантной модели выбора исполнителя транспортных операций с использованием цифровой версии транспортно-логистической системы;

## ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

### а) публикации в рецензируемых научных изданиях:

- 1) *Маслов Е.С.* Системный анализ и моделирование транспортных и пассажирских потоков [Текст] / Е.С. Маслов // Мир транспорта. – 2017. – № 4. – С. 146–149.
- 2) *Маслов Е.С.* Виртуализация логистических функций – инновационный уровень управления интеллектуальными транспортными системами [Текст] / Е.С. Маслов // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2018. – № 3. – С. 49–53.
- 3) *Маслов Е.С.* Цифровая версия транспортно-логистической системы [Текст] / А.Д. Обухов, Е.С. Маслов // Автоматика, связь, информатика. – 2018. – № 5. – С. 28–33.

### б) публикации в других изданиях:

- 4) *Маслов Е.С.* Аналитический обзор по методам моделирования транспортных объектов в интеллектуальных транспортных системах (ИТС) [Текст] / Е.С. Маслов // Научный форум: Инновационная наука: сб. ст. по материалам XII Международной научно-практической конференции // МЦНО. – 2018. – № 3 (12). – С. 47–53.
- 5) *Маслов Е.С.* Виртуальная транспортно-логистическая система: понятие и свойства [Текст] / Е.С. Маслов // Труды конференции «Современные технологии управления транспортным комплексом России: инновации, эффективность, результативность». – 2018. – № 1. – С. 27–33.
- 6) *Маслов Е.С.* Цифровая экономика и тенденции развития цифровой логистики [Текст] / Е.С. Маслов // Сборник научных трудов по материалам конференции «Тренды экономического развития транспортного комплекса России: форсайт, прогнозы и стратегии». – 2018. – С. 127–133.

**МАСЛОВ ЕВГЕНИЙ СЕРГЕЕВИЧ**

**Разработка методов управления транспортно-  
экспедиционной деятельностью на основе  
интеллектуальных информационных технологий**

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

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Подписано в печать 4.07.19  
Усл. печ. л. 1,5

Заказ № 2128

Формат 60 x 90/16  
Тираж 80 экз.

127994, Россия, г. Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9, РУТ (МИИТ)