

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Московский государственный университет путей сообщения»
МГУПС (МИИТ)

На правах рукописи

Кузьмин Дмитрий Владимирович

Организация региональной сети контейнерных терминалов

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

*Диссертация на соискание учёной степени
кандидата технических наук*

Научный руководитель
доктор технических наук, доцент
Багинова Вера Владимировна

Москва – 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

ГЛАВА 1. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И ПРОБЛЕМЫ РЫНКА КОНТРЕЙЛЕРНЫХ ПЕРЕВОЗОК.....	10
1.1 Роль смешанных перевозок в развитии страны и регионов	10
1.2 Зарубежный опыт развития контрейлерных перевозок и использования технологий	19
1.3 Анализ современного состояния и особенности развития контрейлерных перевозок в России.....	35
1.4 Обзор выполненных ранее исследований и проблемы организации контрейлерных перевозок	47
Выводы по первой главе.....	53
 ГЛАВА 2. ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ КОНТРЕЙЛЕРНОГО ТЕРМИНАЛА	56
2.1 Типовые технологические процессы эксплуатации контрейлерного терминала	56
2.2 Выбор оптимального варианта контрейлерной системы на основе метода анализа иерархий.....	69
 ГЛАВА 3. МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ КОНТРЕЙЛЕРНЫХ ПЕРЕВОЗОК	96
3.1 Организация контрейлерных перевозок с позиции использования средств многоподходного имитационного моделирования.....	96
3.2 Имитационная модель формирования региональной сети контрейлерных терминалов.....	108
3.3 Практические рекомендации по совершенствованию организации контрейлерных перевозок	131

ЗАКЛЮЧЕНИЕ	139
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	142
ПРИЛОЖЕНИЯ	155

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. В настоящее время перед железнодорожным транспортом стоит задача повышения конкурентоспособности отрасли, увеличения диапазона рынков конкурентного присутствия и привлечения новых грузовладельцев. Решение перечисленных задач заключается не только в комплексном развитии отрасли, но и в поиске новых форм интеграции различных видов транспорта.

В условиях современного конкурентного рынка транспортных услуг потребителями диктуются повышенные требования к качеству их предоставления. Поэтому эффективная деятельность компаний-перевозчиков сегодня невозможна без клиентоориентированной политики, применения логистических методов управления транспортным процессом и использования современных технологий.

Результаты исследовательских работ, проводимых ОАО «РЖД» в последние несколько лет, подтверждают необходимость создания новых клиентоориентированных транспортных продуктов, в основе которых должна лежать интеграция железнодорожного и других видов транспорта.

Одним из перспективных высокодоходных транспортных рынков, требующих доставки грузов по принципам «от двери до двери» и «точно в срок», являются внутрирегиональные и межрегиональные перевозки. Существенная доля таких перевозок осуществляется по унимодальному принципу с участием автомобильного транспорта. Учитывая множество факторов функционирования автомобильного транспорта в России, таких как большие расстояния между основными потребителями транспортных услуг, низкое качество дорог, высокий уровень эксплуатационных затрат, длительное время прохождения таможенных процедур и т. д., можно сделать вывод о целесообразности переориентации части грузопотоков с автомобильного на железнодорожный транспорт. Мировой опыт показывает, что одной из наиболее эффективных форм комбинирования

перечисленных видов транспорта являются контрейлерные перевозки, получившие широкое распространение в странах Европы и США. С 60-х годов прошлого века предпринималось множество попыток решения различных вопросов организации контрейлерных перевозок, которые до сегодняшнего дня, по причинам технического, технологического и экономического характера, не дали положительных результатов.

Исходя из вышеизложенного, актуальность данного исследования заключается в совершенствовании процессов организации контрейлерных перевозок в условиях региональных транспортных систем, с целью освоения новых высокодоходных рынков, привлечения дополнительных грузовладельцев на железнодорожный транспорт и удовлетворения потребности населения и экономики в качественных перевозках.

Степень научной разработанности темы. Различные аспекты организации контрейлерных перевозок стали предметом внимания отечественных учёных ещё в начале второй половины XX века. Сформированная за годы исследования теоретическая база позволяет проследить историю развития этого вопроса. До настоящего времени проекты организации полноценного функционирования контрейлерных перевозок в России так и не реализованы.

Изучению различных аспектов организации перевозок и работы транспортной инфраструктуры в части строительства, проектирования, экономики, сервисного обслуживания, технологии и моделирования работы посвящены труды множества отечественных и зарубежных учёных, в частности М.М. Алаева, В.И. Апатцева, В.В. Багиновой, М.М. Болотина, А.Я. Калининченко, А.Г. Кирилловой, С.Н. Корнилова, О.Н. Ларина, Б.А. Лёвина, Э.А. Мамаева, Л.Н. Матюшина, Л.Б. Миротина, В.Н. Морозова, В.И. Николашина, Ю.О. Пазойского, А.Н. Рахмангулова, С.М. Резера, О.В. Снигур, Н.П. Терёшиной, Л.С. Фёдорова, А.С. Шапкина, В.А. Шарова, М.И. Шмудевича, А.В. Шобанова и др.

Весомый вклад в решение проблем организации контрейлерных перевозок внесли труды Международных научно-практических конференций «Развитие контейнерных и контрейлерных перевозок в России на основе терминально-

логистических центров» (Москва, 26.08.13; 27.03.14) и «Развитие контейнерных и контрейлерных перевозок в России и в международных сообщениях» (Москва, 09.04.2015), в рамках которых представителями научного, образовательного и транспортного сообществ обсуждались ключевые вопросы развития и организации интермодальных перевозок в целом и контрейлерных перевозок, в частности.

Современный рынок контрейлерных технологий достаточно широк и характеризуется множеством принципиально разных предложений, эффективность использования которых зависит от условий внешней среды и поставленной задачи. Этим обусловлена необходимость принятия рациональных управленческих решений выбора контрейлерной системы на этапе организации контрейлерных перевозок.

Мировая практика показывает, что организация эффективного функционирования контрейлерных перевозок – это комплексная задача, зависящая от множества внешних инфраструктурных, экономических, нормативно-правовых и экологических факторов. Учитывая это, очевидно, что одной из наиболее актуальных задач является моделирование разнообразных процессов контрейлерных перевозок на различных этапах их организации.

Вышеперечисленные проблемы обусловили цель и задачи диссертационного исследования.

Цель исследования – разработка методических основ организации региональной сети контрейлерных терминалов.

Задачи исследования, необходимые для достижения сформулированной цели:

- проанализировать зарубежный и российский опыт использования терминальных контрейлерных технологий;
- выявить проблемы организации контрейлерных перевозок в России;
- сформулировать критерии выбора контрейлерной системы и предложить на их основе алгоритм выбора;

- разработать и апробировать имитационную модель формирования региональной сети контрейлерных терминалов с учётом региональных факторов;
- разработать рекомендации по комбинированию существующих подходов имитационного моделирования при изучении функционирования контрейлерных перевозок.

Объект исследования – контрейлерные перевозки.

Предмет исследования – организация региональных сетей контрейлерных терминалов.

Научная новизна диссертационной работы заключается в следующем:

- выявлены и классифицированы проблемы и предпосылки развития контрейлерных перевозок в России;
- сформулированы критерии выбора контрейлерной системы. На основе метода анализа иерархий предложен алгоритм выбора контрейлерной системы;
- разработана имитационная модель региональных контрейлерных перевозок с учётом спроса на качественные перевозки, позволяющая определить условия их востребованности на региональном уровне и конфигурацию сети контрейлерных терминалов;
- обосновано комбинирование подходов имитационного моделирования при изучении функционирования контрейлерных перевозок.

Теоретическая и практическая значимость диссертации. Теоретическая значимость диссертационной работы заключается в определении критериев и разработке алгоритма выбора контрейлерной системы, совершенствовании методологии имитационного моделирования контрейлерных перевозок, а также модели формирования региональной сети контрейлерных терминалов.

Результаты, полученные в работе, имеют прикладной характер и позволят обосновывать принятие решений при выборе контрейлерной системы и организации контрейлерных перевозок в регионе. Разработанные рекомендации, алгоритм выбора и модель могут быть полезны различным органам исполнительной власти, осуществляющим государственную политику в области транспорта, при разработке стратегий регионального транспортного развития, а

также транспортным компаниям, работающим в сегменте железнодорожных грузовых перевозок.

Методология и методы исследования Методологическая основа исследования включает: метод анализа иерархий, теорию массового обслуживания, теорию имитационного моделирования: системную динамику, дискретно-событийное моделирование, агентное моделирование.

Методической основой явились труды отечественных и зарубежных ученых, посвящённые вопросам транспорта, организации производства, экономики, статистики, менеджмента и логистики.

На основании сформулированных задач и цели исследования, **на защиту выносятся следующие положения:**

1. Выявленные предпосылки и препятствия организации и использования контрейлерных перевозок в России;
2. Теоретическое обоснование критериев и алгоритм принятия решений по выбору реализуемой контрейлерной системы;
3. Имитационная системно-динамическая модель формирования региональной сети контрейлерных терминалов;
4. Теоретическое обоснование комбинирования методов имитационного моделирования при изучении функционирования контрейлерных перевозок.

Вклад автора в проведённое исследование заключается в обосновании выбора изучаемой темы, формулировании целей и постановке задач исследования, апробации результатов; сборе и анализе данных; изучении мирового и отечественного опыта организации контрейлерных перевозок; выявлении проблем и тенденций развития контрейлерных перевозок в России; формировании иерархии критериев для осуществления выбора наиболее предпочтительного варианта контрейлерной системы; разработке и апробации имитационной модели формирования региональной сети контрейлерных терминалов.

Степень достоверности и апробация результатов исследования обеспечивается применением научных методов исследования, корректностью их

использования, надёжностью информационной базы, обоснованием теоретических выводов и подтверждаются апробацией разработанных теоретических и математических решений, а также имитационной модели.

Результаты диссертационного исследования докладывались на Научно-практической конференции «Управление логистическими системами: глобальное мышление – эффективное решение», в рамках 10-го Южно-Российского логистического форума (Ростов-на-Дону, РИНХ, 2014); Международной научно-практической телеконференции «Международная логистика: наука, практика, образование» (Москва, МИИТ, 2014); 73-й Международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы современной науки, техники и образования» (Магнитогорск, МГТУ им. Г.И. Носова, 2015).

Также результаты исследования прошли апробацию и были внедрены в учебный процесс Института управления и информационных технологий Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 8 научных работ, в том числе 4 статьи опубликованы в рецензируемых научных журналах и изданиях, включённых в перечень ВАК Российской Федерации.

Структура и объём диссертации. Диссертация состоит из введения, трёх глав, заключения, списка литературы и приложений. Общий объём работы составляет 152 страницы. Работа включает 26 рисунков, 13 таблиц. Список использованных источников состоит из 117 наименований.

ГЛАВА 1. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И ПРОБЛЕМЫ РЫНКА КОНТРЕЙЛЕРНЫХ ПЕРЕВОЗОК

1.1 Роль смешанных перевозок в развитии страны и регионов

Одним из стратегически важных условий роста российской экономики является постоянно развивающаяся транспортно-логистическая инфраструктура России. В настоящее время развитие данного направления регламентируется «Транспортной стратегией Российской Федерации на период до 2030 года». Ключевыми направлениями, по которым происходит развитие российской экономики, в настоящее время являются:

- интеграция российской экономики и транспорта в глобальное экономическое пространство;
- создание и развитие единого экономического пространства на территории ближайших государств. Пример – торгово-экономическая интеграция России, Белоруссии и Казахстана в Таможенный союз в рамках Евразийского экономического сообщества (ЕврАзЭС), предусматривающий единое таможенное пространство, в пределах которого отсутствуют таможенные пошлины и экономические ограничения;
- рост производства и уровня жизни населения;
- развитие транспортной и терминально-складской инфраструктуры страны, которое предусматривает реконструкцию международных транспортных коридоров, проходящих по территории РФ.

Принципиальное условие развития российской экономики – приобретение ей высоких адаптивных свойств, необходимых для адекватного восприятия роста мирового товарообмена, глобализации транспортных процессов и, как следствие, усложнения схем доставки грузов, а также оптимизации затрат, вызванных хранением и транспортировкой.

На данный момент российскую экономику можно охарактеризовать высоким уровнем логистических издержек, что крайне отрицательно сказывается на производстве и торговле. По оценкам компании Armstrong & Associates Inc. [38, с. 48], доля логистических издержек в ВВП РФ превышает 20%. Для сравнения на рисунке 1.1 представлена диаграмма уровня логистических издержек в валовом внутреннем продукте разных стран.

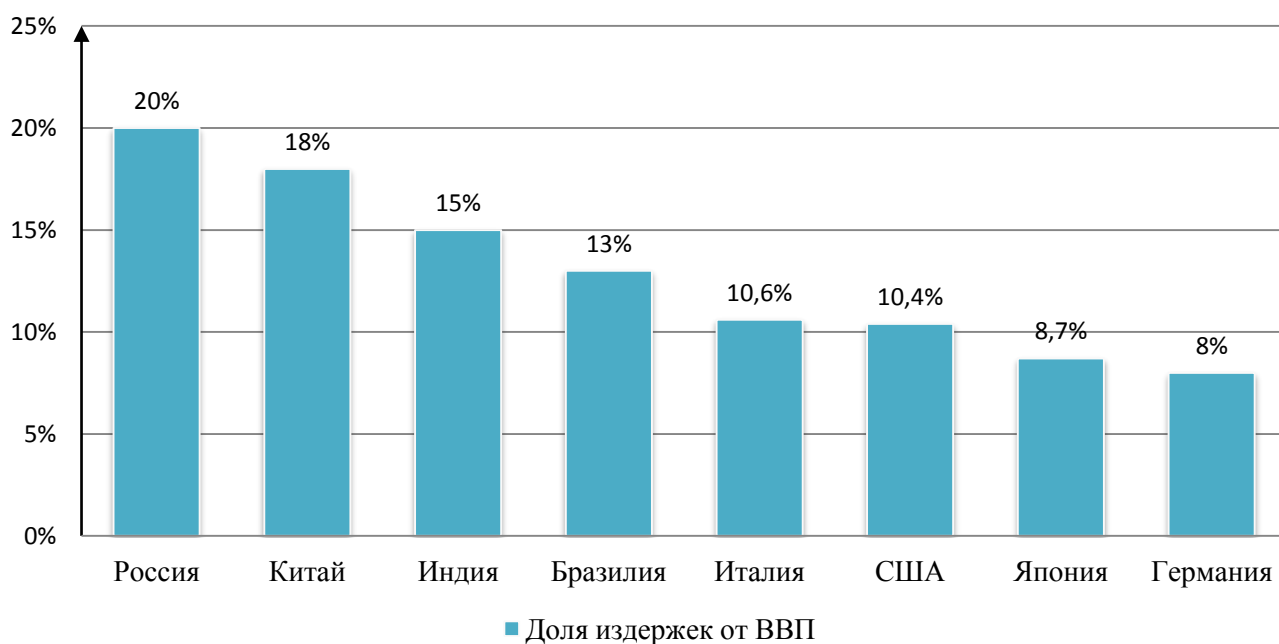


Рисунок 1.1 – Уровень логистических издержек в ВВП некоторых стран

Средний мировой показатель доли логистических издержек от ВВП составляет 11,4%. Это говорит о том, что расходы российских грузовладельцев вдвое выше, чем за рубежом, поэтому задача их снижения является важной для России.

Причинами высоких логистических издержек России являются:

- недостаточное развитие транспортной инфраструктуры и техники;
- несовершенство технологий перевозок пассажиров и грузов;
- слабая подготовка кадров транспортной отрасли;
- несовершенство законодательной базы в сфере транспорта.

Пути снижения логистических издержек заключаются в поиске новых и оптимизации старых логистических схем, в том числе и поиске новых схем взаимодействия различных видов транспорта.

Недостаточный уровень развитости транспортной инфраструктуры, несовершенство схем транспортировок, хранения грузов и таможенных процедур, а также несоответствие технологий перевозок, большого количества подвижного состава, оборудования и транспортно-логистических центров международным стандартам логистического обслуживания приводят к недостаточной развитости рынка логистических услуг и, как следствие, к обходу высокодоходными грузопотоками транспортных коридоров, проходящих по территории РФ.

В условиях современного бизнеса логистика является инструментом, оказывающим значительное влияние на издержки компании. В связи с этим в настоящее время вопросам перевозок и хранения бизнес уделяет большое внимание, поэтому в современных условиях важным является соблюдение сроков перевозок, высокая скорость сообщения и привлекательная тарифная политика. Несовершенство вышеперечисленных факторов делает российских перевозчиков малопривлекательными на рынке логистических услуг.

Наиболее развитыми логистическими рынками мира, в настоящее время, являются рынки США и стран Европы. Согласно проведенным исследованиям американской компании Armstrong & Associates Inc., занимающейся консалтингом в области цепей поставок, по значимости и объёму транспортно-логистического рынка Россия занимает седьмое место, уступая таким европейским странам, как Германия, Великобритания, Франция, Италия, Испания и Норвегия (рисунок 1.2).

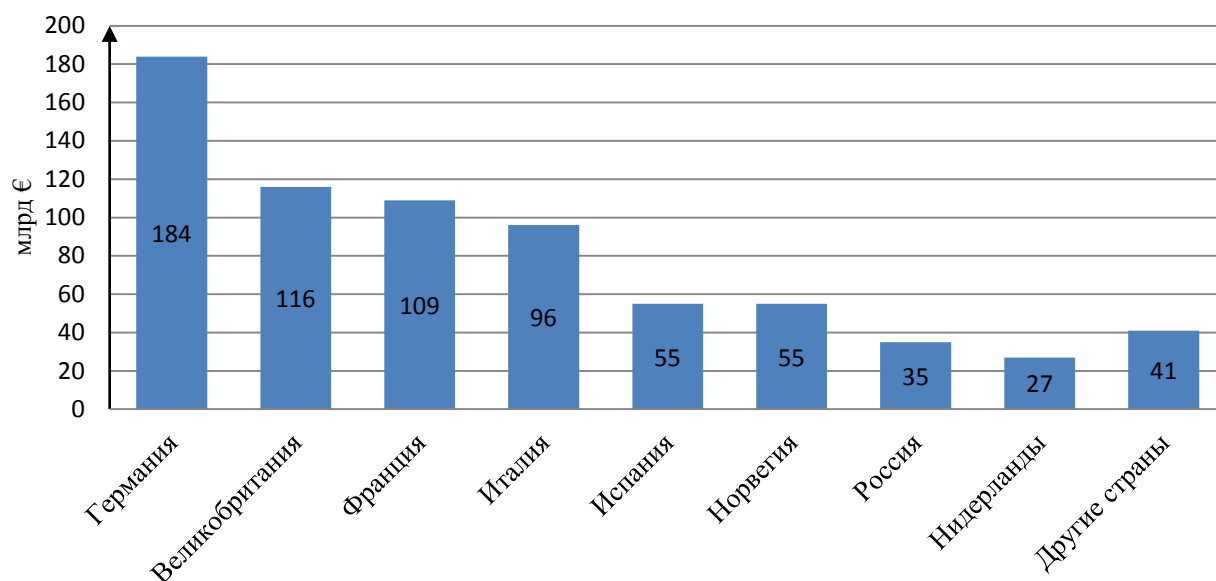


Рисунок 1.2 – Объём логистического рынка Европы

По мнению экспертов, ежегодно Россия теряет более 3% ВВП (свыше 1,3 трлн рублей) по причине несовершенства развития автодорожной сети и, как следствие, неудовлетворения потребностей экономики в перевозках (рисунок 1.3). Низкое качество российских дорог по причине сильного износа является причиной дополнительного роста затрат на автомобильные перевозки в 1,3–1,5 раза [77].

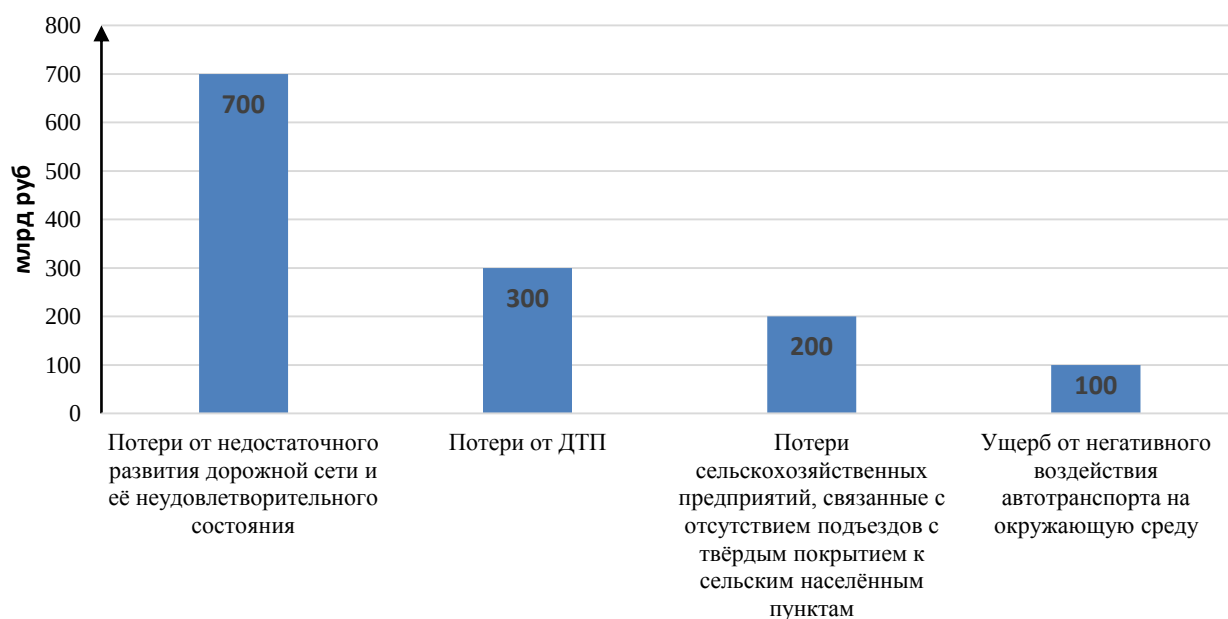


Рисунок 1.3 – Потери российской экономики от несовершенства автомобильных дорог, млрд руб. / год

Для реализации международного транзитного потенциала России и транспортного обеспечения экспорта и импорта в первую очередь необходима интеграция всего транспортного комплекса в мировую транспортную систему. Сегодня в мире сформировано три экономических центра: Восточная Азия, Северная Америка и Западная Европа, которые нуждаются в постоянном обеспечении взаимных связей. Россия имеет выгодное географическое положение, так как находится между Азией (производителем) и Европой (потребителем). По сравнению с трансокеанскими маршрутами, транссибирская магистраль, проходящая по территории России и соединяющая Европу и Азию, способна пропускать транзитные грузы значительно быстрее.

Объём экспорта транспортных услуг России не исчерпан. Большое количество международных и внутренних грузоперевозок напрямую зависит от темпов экономического развития страны. Если в период с 1990 по 1998 год объёмы перевозок грузов падали, то с 1998 по настоящее время наблюдался устойчивый рост, за исключением периода финансового кризиса 2008–2010 гг., когда грузоперевозки вошли в состояние непродолжительной рецессии (рисунок 1.4).

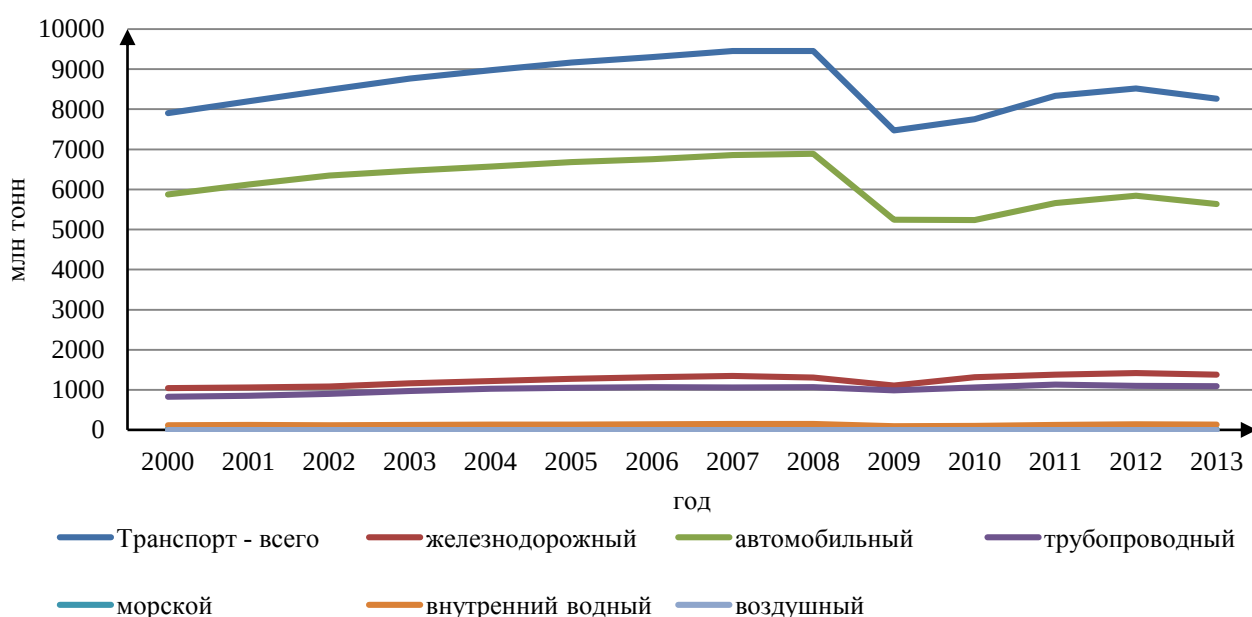


Рисунок 1.4 – Перевозки грузов по видам транспорта

Из представленного графика видно, что наиболее интенсивно используемыми видами являются автомобильный и железнодорожный транспорт, совершенствование взаимодействия которых в настоящее время представляется наиболее перспективным решением. При этом, учитывая неудовлетворительное текущее состояние некоторых участков путей сообщения и инфраструктуры на автомобильном транспорте, целесообразной представляется переориентация части грузов на железнодорожный транспорт.

ОАО «РЖД», как коммерческая структура, ориентировано в первую очередь на привлечение дополнительных объёмов грузов на инфраструктуру российских железных дорог и, как следствие, на рост доходов компании. Для реализации этой задачи требуется комплексное развитие логистической деятельности всего холдинга. Необходимо повышение оптимизации перевозочного процесса путём внедрения передовых логистических технологий, создание новых клиентоориентированных транспортных продуктов, развитие терминально-логистической инфраструктуры и 3PL-услуг, повышение лояльности грузоотправителей на российском и международном рынке логистических услуг. Фундаментом для оптимизации транспортировки грузов должна служить единая технология перевозочного процесса, основанная на принципах интермодализма. В настоящее время из широкого диапазона интермодальных схем перевозок можно выделить две основные модели: океанскую и континентальную. Первая подразумевает международную перевозку, в основе которой лежит использование водного транспорта, дополняемого железнодорожной или автомобильной долей участия. Вторая модель предполагает последовательное использование различных видов транспорта взамен прямой автомобильной перевозки [35]. Появление континентальной модели (далее – КМ) вызвано двумя причинами: во-первых, стремлением компаний, предоставляющих услуги по перевозке железнодорожным транспортом, проникнуть в сегмент мелкопартионных отправок, основная доля которых обслуживалась автотранспортом, а во-вторых – желанием транспортных компаний и их клиентов существенно сэкономить на перевозке, передав основную долю участия более дешёвому железнодорожному

транспорту. В общем виде КМ представляет собой интермодальную перевозку, выполняемую по внутреннему или международному маршруту, в которой участие автомобильного транспорта предполагается только на «первом и последнем километрах», а основная доля транспортной работы выполняется либо железнодорожным, либо водным транспортом. КМ очень разнообразна, так как предполагает использование большого количества транспортных единиц и технологий. В качестве интермодальной единицы возможно использование контейнера, съёмного кузова, автомобильного полуприцепа и т. д. К континентальной модели интермодальных перевозок можно отнести роудрейлерные перевозки, которые характеризуются использованием железнодорожной инфраструктуры без использования вагонов при помощи специализированных автомобильных полуприцепов, опирающихся на железнодорожные тележки. Основной задачей применения КМ является снижение издержек за счёт уменьшения участия в перевозке дорогого автомобильного транспорта.

Современные цепи товародвижения, характеризующиеся наличием большого числа звеньев, зачастую предполагают использование и океанской, и континентальной модели. Такое комбинирование неизбежно, например, при доставке контейнера на континент и его дальнейшей транспортировке внутри континента до «двери» конечного получателя. Промежуточным элементом при сочетании океанской и континентальной модели являются транспортно-логистические центры.

Анализируя ряд документов в области развития транспорта Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 года, Стратегии развития логистического бизнеса ОАО «РЖД», Концепции развития терминально-складской деятельности ОАО «РЖД», Программы модернизации БАМа и Транссиба можно сделать вывод, что в настоящее время руководство Российской Федерации делает существенный акцент на развитии интермодальных перевозок внутри страны.

При перевозке некоторых видов грузов, например, скоропортящихся, существенным критерием при выборе транспортного обеспечения является оценка вида транспорта по критерию скорости. В связи с этим на ряде интенсивных, особенно востребованных направлений сети автомобильных дорог, таких как Москва – Санкт-Петербург, Москва – Ростов-на-Дону, Москва – Екатеринбург и т. д., исчерпавших ресурс пропускной способности, вопрос использования комбинированных автомобильно-железнодорожных перевозок является особенно актуальным. На рисунке 1.5 представлено время в пути контейнерных поездов и автомобильного транспорта на различных маршрутах.

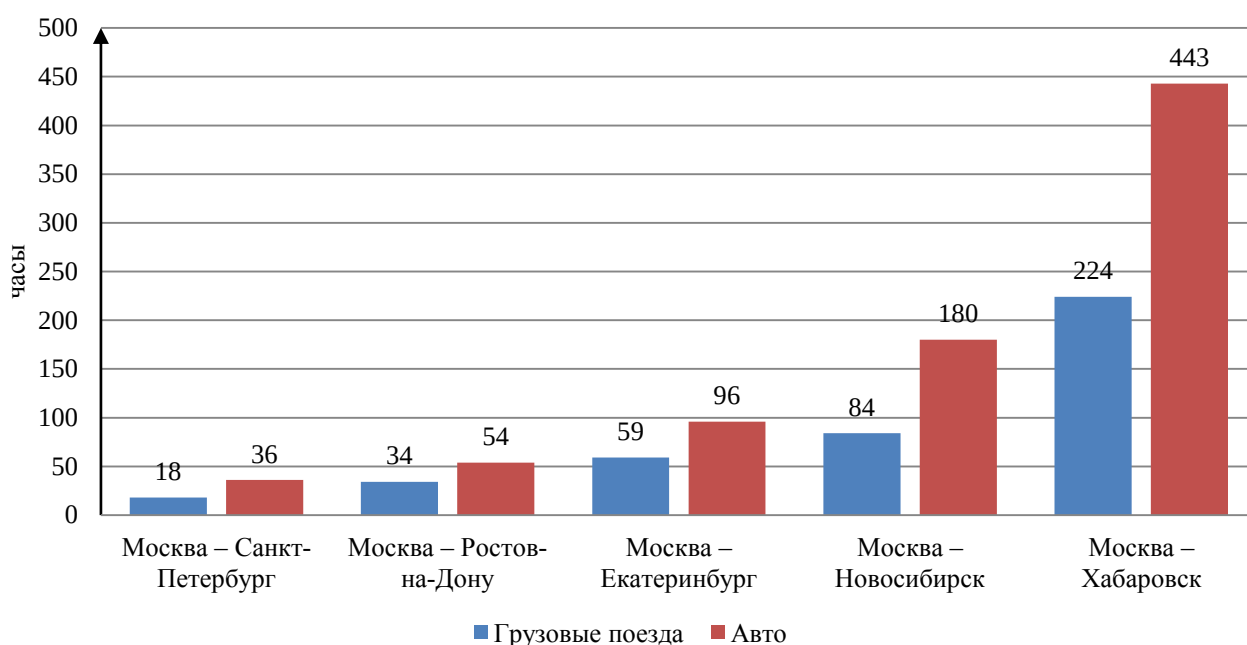


Рисунок 1.5 – Средние сроки доставки грузов автомобильным и железнодорожным транспортом

Для составления диаграммы расчёт времени прохождения расстояний автомобильным транспортом производился с учётом требований:

– *Режима труда и отдыха водителей на международных перевозках*, изложенных в *Постановлении Европейского Парламента и Совета ЕС 561/06 от 15 марта 2006 г.*, согласно которому ежедневная продолжительность управления транспортным средством одним водителем – 9 часов и дважды в неделю может быть увеличена до 10 часов;

– Правил дорожного движения РФ, п. 10.3 и п. 10.2, согласно которым вне населённых пунктов допускается движение грузовых автомобилей с разрешённой максимальной массой более 3,5 т на автомагистралях – не более 90 км/ч, на остальных дорогах – не более 70 км/ч, а в населённых пунктах разрешается движение транспортных средств со скоростью не более 60 км/ч, в жилых зонах и на дворовых территориях – не более 20 км/ч.

Расчёт времени прохождения расстояний железнодорожным транспортом произведён согласно данным, представленным [71, 38 с.8]. Согласно опыта ОАО «РЖД» в конце 2013 года маршрутная скорость грузовых поездов составила 485 км/сутки, при этом маршрутная скорость без учёта простоев, не связанных с ответственностью ОАО «РЖД», составила 537 км/сутки, а маршрутная скорость контейнерных поездов в декабре 2013 года составила 862 км/сутки. В рамках проекта «Трансиб за 7 суток» – 1 051 км/сутки [61].

Согласно опыта российских перевозчиков средняя скорость движения грузового автомобиля составляет 60–70 км/ч, а на практике в среднем водитель проезжает 450–500 км в сутки. Стоит также отметить, что нарушение режима труда и отдыха водителей, а также скоростного режима карается большими штрафами в отношении грузоперевозчиков и контролируется тахографами, которыми в настоящее время оборудовано большинство российских и европейских грузовых автомобилей.

Из сравнительной характеристики работы автомобильного и железнодорожного транспорта следует, что в настоящее время автомобильный транспорт эффективен при перевозке малотоннажных грузов во внутригородских и межрайонных сообщениях и не может составить конкуренцию железнодорожному транспорту на средних и дальних расстояниях.

Следующим крайне важным фактором при организации перевозки грузов, зависящих от сроков доставки, является построение рационального маршрута. На данный момент большое количество грузопотоков концентрируется в региональных центрах. Это происходит по причине неравномерного расположения транспортных потребителей по территории страны и ориентации

транспортных систем на областные и региональные центры. Примером является Московский транспортный узел, который из-за своей кольцевой архитектуры вынужден пропускать через себя большие объёмы грузопотоков, проходящих через европейскую часть России, и, как следствие, накапливать в себе огромные количества транспортных средств, что приводит к загруженности транспортной инфраструктуры. Необходимо также отметить, что до 80% грузов в Московском регионе перевозится именно автомобильным транспортом, а доля автомобильных транспортных средств составляет 16% от всего парка автомобильного транспорта РФ. Несмотря на достаточно объёмные программы развития дорожной сети Москвы и Московской области, включающие в себя ряд крупных транспортных проектов, решение проблем загруженности автодорог не может быть фрагментарным и не может лежать только в плоскости инфраструктурных модернизаций. Необходимо комплексное решение, подразумевающее, помимо строительства новых дорог и развязок, переориентацию части грузов на другие виды транспорта и разработку новых схем комбинированных перевозок.

1.2 Зарубежный опыт развития контрейлерных перевозок и использования технологий

Пионером в организации контрейлерных перевозок считаются Соединённые Штаты Америки, по железным дорогам которых трейлеры проехали ещё в 1872 году. Несмотря на это более 50 лет к услугам контрейлерных перевозок обращались крайне редко, и только в 1926 году компания североамериканских железных дорог North Shore Line предоставила клиентам новый сервис, заключающийся в перевозке трейлеров железнодорожным транспортом. Новый вариант перевозок быстро набирал популярность у грузоотправителей, несмотря

на то что технология погрузки была примитивна и заключалась в пропуске каждого трейлера по всей длине состава до места закрепления. Данная технология погрузки предусматривала транспортировку самого тягача, что с коммерческой точки зрения менее выгодно, чем транспортировка одного трейлера. В 1960 году для погрузки стали использоваться краны, а к 1970 году было перевезено более миллиона трейлеров [2].

Гораздо позднее данный вид перевозок появился в Европе. Работы по организации контрейлерных перевозок в Европе начались в 60-х годах XX века. В 1972 году первый регулярный маршрут связал города Кёльн (Германия) и Верону (Италия). На сегодняшний день до 30% всех грузовых железнодорожных перевозок стран Евросоюза приходится на контрейлерные перевозки [68]. В настоящее время на территории стран Евросоюза осуществляется 21,5 тыс. контрейлерных отправок в год.

Контрейлерные перевозки объединяют несколько важных преимуществ автомобильного и железнодорожного транспорта. В первую очередь это гибкость и маневренность, присущие автомобильному транспорту, позволяющие осуществлять доставку грузов «от двери до двери», и большая надёжность выполнения графика движения, экологичность и относительно низкая стоимость услуг железнодорожного транспорта. Эти факты послужили дополнительным толчком в развитии контрейлерных перевозок в странах Западной Европы, Скандинавии, Северной Америки и Японии, которые на сегодняшний день являются наиболее активными пользователями контрейлерных перевозок.

Наиболее широко данный вид перевозок представлен в странах, где присутствуют тяжёлые географические и природные условия, а также ограничения по транзитному движению через природоохранные зоны и ограничения по осевой нагрузке. Примером таких стран являются Австрия и Швейцария. Основной объём контрейлерных перевозок в этих странах сосредоточен в транспортных коридорах, на пути которых встречаются трансальпийские маршруты.

С точки зрения экономической эффективности контрейлерные перевозки не являются привлекательным способом транспортировки грузов. Опыт стран, использующих контрейлерные перевозки, показывает, что для привлечения к ним внимания со стороны грузоотправителя необходимо создать ряд определённых «вынуждающих» условий, таких как ограничения осевой нагрузки и времени передвижения тяжёлого автомобильного транспорта, а также высокие экологические требования.

В целом ряде стран Евросоюза присутствуют ограничения использования грузового автомобильного транспорта, что, безусловно, привлекает внимание грузоотправителей к контрейлерным перевозкам. Так, например, в Австрии запрещено движение грузовых автомобилей с массой более 7,5 т в праздничные и выходные дни. В Германии, помимо запрета на движение грузовых автомобилей в выходные и праздничные дни, запрещено движение грузового транспорта ночью. Аналогичные условия сложились в Швейцарии, Италии и ряде других стран Евросоюза. Исключение возможно только для участников комбинированных перевозок, с невысокой долей участия автомобильного транспорта. Например, после прибытия на конечную станцию трейлер, перемещаемый поездом, может проследовать в пункт назначения самостоятельно, при условии его нахождения в радиусе 65 километров от станции прибытия, при этом на него не будут распространяться вышеперечисленные ограничения.

Такие требования позиционируют контрейлерные перевозки как реальную альтернативу автомобильным. В настоящее время некоторые тенденции развития Европы, косвенно или напрямую зависящие от высокого уровня автомобилизации, такие как повышение цен на топливо, постоянно ужесточающиеся экологические требования, рост автомобильных заторов и т. д., все больше склоняют грузоперевозчика к выбору именно контрейлерных перевозок.

Изучая зарубежный опыт организации контрейлерных перевозок, можно привести несколько успешных, принципиально отличающихся между собой контрейлерных систем.

CargoSpeed (Великобритания)

Концепция системы была разработана в начале 90-х годов. Компания, занимающаяся реализацией данного проекта, утверждает, что предложенная ими схема погрузки трейлеров способна сделать контрейлерные перевозки конкурентоспособными по отношению к автомобильным на расстояние 250–300 км. Проект финансировался Европейской комиссией по научным исследованиям и инновациям (Directorate-General for Research and Innovation (European Commission) и промышленными партнёрами. Реализация данного проекта обошлась в 1,8 млн €. Работы по воплощению в жизнь системы CargoSpeed были начаты в январе 2001 года, а запуск планировался спустя 30 месяцев, однако из-за череды неудач, связанных в основном с банкротством компаний-подрядчиков, дата демонстрационного показа была перенесена на июнь 2004 года. Первая демонстрация опытного образца прошла в английском Честерфилде на железнодорожном полигоне Barrow Hill при центре исследований железнодорожного университета Ньюкасла и закончилась неудачно. Публичный характер испытаний и неудача первого запуска дали некоторые преимущества в продвижении развивающейся на тот момент похожей системы французской компании Modalohr. Второй запуск системы был проведён в октябре 2004 года.

Систему можно разделить на три основные составляющие: специальный вагон-платформа, съёмная площадка вагона и гидравлический подъёмник.

Суть заключается в том, что в находящемся между нитками железнодорожного пути углублении располагается Т-образный гидравлический механизм, оснащённый своеобразным упором, который, поднимаясь, упирается в специальную съёмную площадку вагона. Механизм поднимает площадку с платформы и располагает её таким образом, чтобы появилась возможность осуществить заезд прицепа на неё. Таким образом происходит погрузка или выгрузка прицепов (рисунок 1.6).

Технология позволяет совершать до 750 тысяч погрузочно-разгрузочных операций в год. Время непосредственной погрузки или выгрузки состава из 40

вагонов составляет 8 минут (20 минут с учётом времени на въезд и выезд автопоезда из терминала).

Необходимо обратить внимание на то, что система способна работать разнонаправлено, т. е. принимать составы независимо от направления их движения, а это, безусловно, повышает эксплуатационную гибкость данной системы.



Специальный вагон



*T-образный
гидравлический механизм*



Съёмная площадка

Рисунок 1.6 – Система CargoSpeed

Дополнительным преимуществом является низкая, по сравнению с аналогичными предложениями, цена. Стоимость вагона-платформы, предназначенного для обслуживания данной системой, составляет 120000 €, его эксплуатационные расходы – 0,06 €/км, а расходы на сооружение терминала – 2,3 млн €. Система не позволяет транспортировать тягач и не предусматривает перемещение водителя.

Flexiwaggon (Швеция)

Шведская компания Flexiwaggon AB занимается производством, обслуживанием и ремонтом вагонов, а также оказывает логистические услуги. Сфера деятельности компании включает научные исследования, разработки и обучение в области транспорта и логистики.

Flexiwaggon AB позиционирует экологичность контейнерных перевозок как основное преимущество перед автомобильным транспортом.

Исследование компании показывают, что грузовик выделяет 2,7 кг двуокиси углерода на литр дизельного топлива. Это означает, что поездка грузовика между шведскими городами Мальме и Лулео обернётся выбросом в атмосферу 1,9 тонны углекислого газа. На данном маршруте контрейлерный поезд может вместить 20 грузовых автомобилей, что снижает выброс двуокиси углерода приблизительно на 40 тонн (рисунок 1.7) [67].

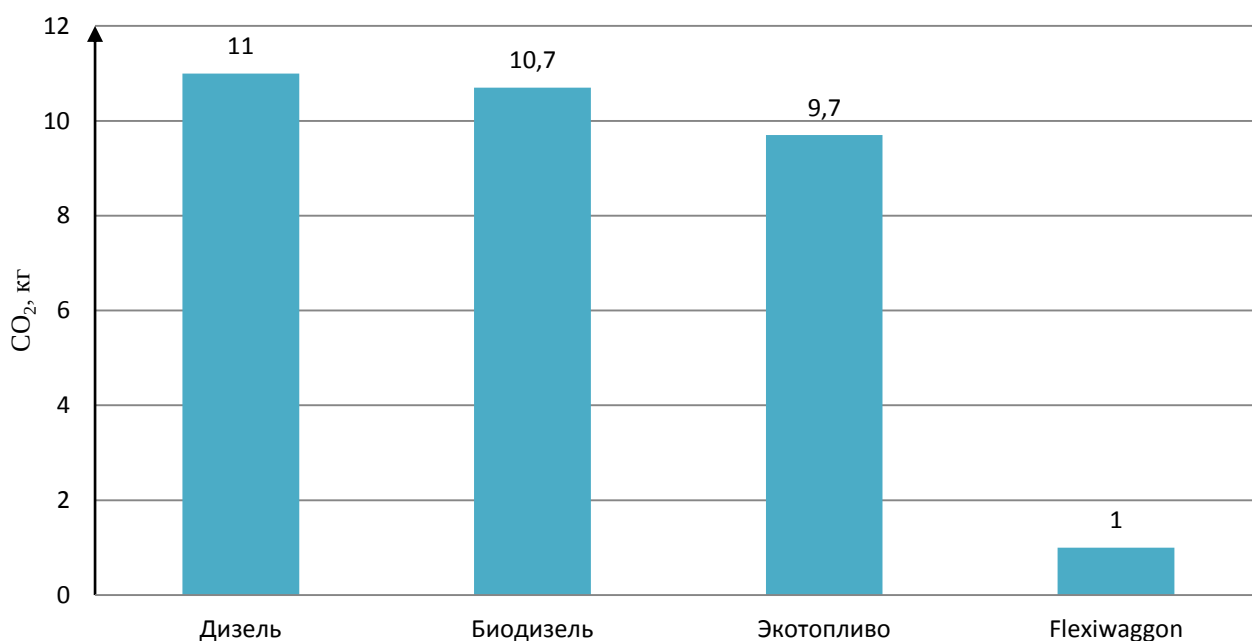


Рисунок 1.7 – Выбросы на 10 км пути

Кроме фактора экологичности, специалисты компании отмечают некоторые преимущества данной схемы, заключающиеся в сочетании гибкости автомобильного и пунктуальности и регулярности железнодорожного транспорта. Специалисты компании сравнили отправки 35 трейлеров двумя видами перевозок (классической автомобильной и контрейлерной) из центральной части Швеции – города Бурленге (швед. Borlänge) в город Умео (швед. Umeå) северной части страны. Протяжённость всего маршрута составляет 582 км. Расчёты показали, что контрейлерная отправка позволяет сократить затраты на 53%, уменьшить выброс CO₂ на 11 000 тонн и сократить потребление дизельного топлива на 4 000 000 литров. Денежная экономия составляет порядка 150 000 шведских крон (1 187 т. р.). Такая экономия осуществляется в том числе и за счёт сокращения затрат на

восстановление экологии и состояния автомобильных дорог после воздействия на них автомобильного транспорта.

Суть технологии заключается в использовании специализированной платформы, которая позволяет осуществлять разгрузку / выгрузку автопоезда практически в любом месте. Требуется только наличие твёрдой ровной поверхности, способной выдержать вес транспортного средства, подлежащего загрузке и выгрузке. Это освобождает от необходимости строительства специализированного терминала и делает представленный вариант достаточно дешёвым в реализации. Стоимость вагона-платформы составляет 175 000 €, а его эксплуатационные расходы – 0,06 €/км.

Вагон-платформа сконструирован таким образом, что при помощи системы стабилизационных гидравлических домкратов и специальных поворотных петель позволяет поворачивать корпус вагона, создавая тем самым своеобразный трап, обеспечивающий условия для беспрепятственного заезда автопоездов. Погрузка и разгрузка осуществляются, во-первых, горизонтально, что исключает повреждение контактных линий, во-вторых – с любой стороны платформы, поэтому отсутствует необходимость неудобного движения автопоезда задним ходом при погрузке или выгрузке. Система позволяет перевозить как отдельно прицеп, так и автопоезд полностью (рисунок 1.8).

Всю процедуру по погрузке / выгрузке автопоезда, занимающую 6 минут, водитель в силах осуществить самостоятельно, а это существенная экономия на оплате труда персонала. Вагон-платформа имеет доступ к электроэнергии (230/400 В, 50 Гц), которая необходима автомобилям, оборудованным охлаждающими устройствами или нуждающимся в подогреве двигателя. Грузоподъёмность вагона составляет 50 тонн. Платформу можно эксплуатировать на скорости до 120 км/ч.

Руководство стран Европы уделяет особое внимание проблемам экологии и изменения климата, в связи с этим правительство Швеции активно инвестирует в «зелёные технологии», к которым относится и Flexiwaggon. Поэтому данный проект контрейлерных перевозок пользуется поддержкой правительства Швеции,

Шведского энергетического агентства, администрации железнодорожных и транспортных компаний Швеции и шведской ассоциации автотранспортных компаний. По оценке специалистов Шведского энергетического агентства, активное использование контрейлерных перевозок может существенно повлиять на экологическую проблему и сократить выбросы CO₂ в грузовых перевозках на 75%, а также сократить объём трафика на дорогах, что благоприятно повлияет на ситуацию с автомобильными заторами и состояние автомобильных дорог Швеции.



Рисунок 1.8 – Специализированный вагон-платформа Flexiwaggon AB

Конкурентом Flexiwaggon на шведском рынке является технология Megaswing, суть которой заключается в специализированном вагоне-платформе, предназначенном для перевозки прицепов и позволяющем осуществлять погрузочно-разгрузочные работы вне контрейлерного терминала.

Modalohr (Франция)

Система интермодальных перевозок, разработанная французской компанией Lohr и запущенная в эксплуатацию в ноябре 2003 года между французским городом Альден и итальянским Туринем. Реализации данной системы

предшествовало 10 лет исследований и экспериментов в области железнодорожного машиностроения и перевозок.

Modalohr – это название как системы, так и компании, занимающейся контрейлерными перевозками, 51% которой принадлежит французским Национальным железным дорогам (SNCF) и 49% – компании «Lohr Industries», которая занимается разработкой и производством технических решений для перевозки пассажиров и грузов. Система Modalohr требует организации специального терминала (рисунок 1.9).

Интенсивность использования системы достаточно высока. Ежедневно два контрейлерных состава выполняют четыре полных оборота между городами, преодолевая расстояние между ними за два часа. Продолжительность полного цикла, включающая погрузку и выгрузку на конечных пунктах, составляет три часа. Объёмы загрузки поездов варьируются в зависимости от времени суток: утром поезд, как правило, полон наполовину, днём наполненность составляет ~ 30%, а во второй половине дня ~ 70%, вечером поезда заполнены полностью. Интерес к услуге сильно варьируется в зависимости от времени года и дорожной ситуации. Например, при реконструкции автомобильных туннелей, встречающихся на пути следования грузовиков.

Более половины (55%) перевозимых грузов – трейлеры без тягачей. Автоперевозчики предоставляют собственные тягачи, чтобы загрузить и выгрузить прицепы с поезда. Оставшиеся 45% – автопоезда. Для осуществления перевозки трейлеров с тягачами в состав поезда включён пассажирский вагон, предназначенный для перевозки водителей.

Система представляет собой специальный терминал, позволяющий использовать специальные поворотные вагоны-платформы, заниженные между тележками.



Рисунок 1.9 – Контрейлерный терминал Modalohr

Погрузка производится следующим образом. Вагон имеет подвижную грузовую платформу, которая разворачивается на 30° и фиксируется в специальных карманах на одном уровне с поверхностью, на которой находится грузовой автомобиль с прицепом. Тягач заезжает на грузовую платформу и затаскивает за собой прицеп с грузом. Прицеп фиксируется на платформе, а после отцепки платформа возвращается в исходное положение. В пункте прибытия разгрузка состава может производиться только с помощью подобного терминала. Данная система предоставляет возможность перевозки не только прицепа, но и тягача. Загрузка / выгрузка состава варьироваться от 15 до 28 минут (рисунок 1.10).

Несмотря на высокую стоимость постройки терминала данной системы, она сопоставима со стоимостью оснащения терминала козловыми кранами и автокранами. Стоимость строительства составляет 3 млн €, стоимость специализированной платформы – 355 000 €. Эксплуатационные расходы на платформу – 0,053 €/км.



Рисунок 1.10 – Погрузка прицепа на платформу

Преимуществами данной системы являются:

- высокая средняя скорость движения, составляющая 120–140 км/ч;
- избирательный способ загрузки и разгрузки вагонов, т. е. возможность осуществить погрузочно-разгрузочные работы с конкретным вагоном, что позволяет осуществлять работы на промежуточных станциях. Это, в свою очередь, может существенно повлиять на стоимость услуги и снизить её для конечного потребителя, т. к. появляется возможность организации достаточно длинных маршрутов с большим количеством промежуточных остановок;
- высокая интенсивность использования, заключающаяся в годовом пробеге. В среднем пробег грузового вагона в Западной Европе составляет 20–40 тыс. км / год, а контрейлерной платформы – 150 тыс. км / год. Разработчики заявляют, что их платформы способны успевать преодолевать 250–300 тыс. км / год. Это обусловлено двумя причинами. Во-первых, временем, проведённым вагонами на станциях в ожидании погрузки или выгрузки (среднее время погрузки / выгрузки состава в Европе составляет порядка 2 часов при последовательной погрузке или выгрузке состава), в то время как система Modalohr позволяет осуществлять эти операции параллельно, что увеличивает

темп заполнения состава и сокращает время ожидания в 4–8 раз. Во-вторых, высокой средней скоростью движения состава;

– универсальность использования. Помимо перевозки трейлеров и прицепов, данные платформы можно использовать для перевозки контейнеров.

Из недостатков можно выделить высокие капитальные затраты, связанные с сложным устройством терминала, требующим присутствия высококвалифицированного персонала, и сложность использования терминального оборудования в условиях с преобладающими минусовыми температурами, т. к. в конструкции подъёмных механизмов присутствуют пневматические и гидравлические элементы [38, с.19]. Помимо этого, работу с системой осложняет необходимость точного позиционирования вагонов по длине погрузочно-разгрузочного фронта.

CargoBeamer (Германия)

Технология разработана в Германии компанией CargoBeamerAG, которая занимается предоставлением логистических и железнодорожных услуг, а также разработкой, производством и сервисным обслуживанием вагонов, терминальных комплексов и их компонентов. Сейчас компания определяет для себя работу по трём основным направлениям: интермодальные перевозки; разработка и обслуживание подвижного состава и обслуживание, эксплуатация и строительство терминальных комплексов.

В настоящее время данная технология проходит испытания в городе Лейпциге. Был успешно проведён финальный тест-драйв из г. Лейпцига (Германия) в г. Кале (Франция), которому предшествовала серия тестовых запусков. На данный момент в Кале ведётся строительство второго терминала системы [65]. Общий объём инвестиций во французский проект составляет 25 млн евро. Планируется, что с помощью данной технологии будет перевозиться существенная доля грузового автомобильного транспорта, проходящего через Кале, общий объём которого на данный момент составляет 3,2 млн грузовых автомобилей в год. Терминал будет обслуживать два интенсивных маршрута:

Восток – Запад из Центральной Европы в Восточную, через Германию, и Север – Юг, проходящий через Италию, Швейцарию, Германию и Францию.

Планируемая перерабатывающая способность терминала – 800 прицепов в сутки. Помимо французского портового Кале, CargoBeamerAG планирует строительство подобных терминалов в польском Легнице, немецком Хагене, а также в литовской Моцкаве.

Погрузка и выгрузка прицепов с платформ происходят параллельно, что сокращает время простоя вагонов на терминале, по сравнению с вертикальной загрузкой краном, в несколько раз. Дополнительным преимуществом системы является возможность совершения рокировки грузов между составами, это избавляет от необходимости смен тележек при переходе границ колеи, что положительным образом отражается на времени перехода этих границ поездами, которое при обычной процедуре могло составлять 2–3 дня [66].

Суть технологии работы системы заключается в том, что тягач протаскивает прицеп на специальную подвижную железнодорожную платформу, установленную параллельно подвижному составу, и паркует его. Прицеп надёжно фиксируется на платформе, а тягач отцепляется и покидает платформу. Далее платформа с помощью специального устройства устанавливается на вагон и закрепляется. После данной процедуры, продолжительность которой может быть минимизирована до 15 минут, поезд может отправляться.

Система получила широкую поддержку Европейского союза. В частности, проект финансируется в рамках программы «Марко Поло – II», пунктом которой является «эффективное использование полуприцепов в проекте Rail Baltica (проект железной дороги Европейской колеи, которая должна соединить Восточную Польшу, Прибалтику и Западную Европу)».

CargoBeamer сотрудничает с крупными транспортными, логистическими и финансовыми организациями и имеет достаточно амбициозные планы: в перспективе компания планирует покрыть территорию Западной и Восточной Европы сетью из 70 терминалов, подобных терминалам в Лейпциге.

«Бегущее шоссе»

По сравнению с вышеперечисленными технологиями обработки трейлеров и автопоездов «Бегущее шоссе» достаточно примитивна. Подвижной состав занижен за счёт уменьшения диаметра колёс, а погрузка и выгрузка осуществляются с торца поезда, к которому присоединяют специальный трап. По нему автопоезда поочерёдно заезжают на платформу и следуют со скоростью не более 20 км/ч по всей длине состава до места закрепления. Закрепление автопоездов на вагонах производится водителями самостоятельно с помощью установки башмаков под колёса. Несовершенство данной процедуры делает процесс погрузки медленным и опасным, а данную технологию – неконкурентной по сравнению с другими предложениями рынка. Также существенным минусом является использование колёс малого диаметра (Ø 370 мм), что накладывает осевые ограничения (нагрузка на ось не должна превышать 7 тонн), т. к. это ведёт к повышенной изнашиваемости колёсных пар в связи с высокой частотой вращения (до 1 500 оборотов в минуту). По причине примитивности данная система контрейлерных перевозок является наиболее дешёвой. Поскольку погрузка и выгрузка с поезда осуществляются с помощью тягача, данная технология предполагает только сопровождаемую контрейлерную перевозку.

Lift-on – Lift-off (Lo-Lo)

Примитивная по исполнению технология, заключающаяся в погрузке полуприцепов на платформу с помощью грузоподъёмного оборудования, такого как грузовые краны и погрузчики. Наличие разного рода техники, участвующей в погрузочно-разгрузочном процессе, делает технологию достаточно многообразной. Подобные схемы погрузки сегодня представляются устаревшими, т. к. не предусматривают параллельную погрузку всего состава, а также вынуждают участвовать в процессе погрузки или выгрузки большое количество обслуживающего персонала (крановщиков, водителей погрузчиков и т. д.).

Для осуществления сравнительного анализа вышеперечисленных контрейлерных систем сведём их характеристики в единую таблицу 1.1.

Наиболее активной в организации контрейлерных перевозок на территории постсоветского пространства является Украина, которая организовала в 2003 году работу по двум направлениям. В 2003 году был запущен совместный проект железных дорог Украины и Польши – контрейлерный поезд «Ярослав», курсировавший по маршруту Киев – Славкув и преодолевавший расстояние между этими городами за 1,5 суток. Проект просуществовал 2 года и в 2005 году прекратил своё существование, осуществив перевозку 3,2 тысячи автопоездов.

Вторым проектом был поезд «Викинг», организованный совместными усилиями Украинских, Литовских, Белорусских железных дорог и курсировавший между Одессой и Клайпедой в период с 2003 по 2007 г. За 4 года «Викинг» перевез 539 автопоездов.

Причиной прекращения работы поездов являлась высокая цена и, как следствие, низкая заинтересованность перевозчиков.

В 2007 году опыт организации контрейлерных перевозок появился и у Казахстана. Поезд привозил фуры, груженые фруктами, из Узбекистана и южной части Казахстана в Астану. На сегодняшний день состоялось только несколько отправок таких поездов.

В настоящий момент в Европе имеется тенденция нарастающего интереса перевозчиков к использованию контрейлерных перевозок. Это обусловлено несколькими причинами: во-первых, сильная поддержка данного вида комбинированных перевозок со стороны государства, во-вторых, нехватка водителей и увеличение стоимости их труда; в-третьих, высокая загруженность транспортных систем Европы; в-четвёртых, постоянно усложняющиеся логистические схемы, требующие чёткого выполнения временных требований, что достигается путём использования железнодорожного транспорта.

Таблица 1.1 – Характеристики контрейлерных систем

		НАЗВАНИЕ СИСТЕМЫ						
		<i>CargoSpeed</i>	<i>Flexiwaggon</i>	<i>Megaswing</i>	<i>Modalohr</i>	<i>CargoBeamer</i>	«Бегающее шасси»	<i>Lift-on – Lift-off (Lo-Lo)</i>
КРИТЕРИИ	Наличие специализированного контрейлерного терминала	Обязательно	Необязательно	Необязательно	Обязательно	Обязательно	Необязательно	Обязательно
	Тип контрейлерной перевозки	Любая	Сопровождаемая	Сопровождаемая	Любая	Любая	Сопровождаемая	Несопровождаемая
	Возможность параллельной погрузки / выгрузки	Возможна	Возможна	Возможна	Возможна	Возможна	Невозможна	Частично возможна
	Необходимость точного позиционирования вагонов по фронту погрузки / выгрузки	Обязательна	Необязательна	Необязательна	Обязательна	Обязательна	Необязательна	Необязательна
	Необходимость участия дополнительного персонала в погрузке / выгрузке	Наличие обученного персонала	Необязательна	Необязательна	Наличие обученного персонала	Наличие обученного персонала	Необязательна	Обязательна
	Скорость погрузочно-разгрузочных процедур (производительность)	Высокая	Высокая	Высокая	Высокая	Высокая	Низкая	Низкая
	Стоимость	Высокая	Низкая	Низкая	Высокая	Высокая	Низкая	Высокая
	Комментарии / особенности					Высокая сложность обслуживания. Наличие гидравлического оборудования	Примитивность. Низкая безопасность погрузочно-разгрузочных работ. Высокая изнашиваемость оборудования	Многообразность технологии в связи с большим диапазоном видов применяемой погрузочно-разгрузочной техники. Данная система помимо Европы широко распространена в США и Австралии

Большинство представителей европейского транспортного сообщества сформировало устойчивое мнение, заключающееся в высоком влиянии подобных систем комбинированных перевозок на преобразование рынка грузовых перевозок в целом.

Как видно из представленного выше обзора, мировой опыт комбинирования автомобильного и железнодорожного транспорта на базе контрейлерного сообщения достаточно разнообразен. Несмотря на то что с точки зрения экономической эффективности контрейлерные перевозки не являются привлекательным способом транспортировки грузов, а опыт стран, их использующих, показывает, что для привлечения к ним внимания со стороны грузоотправителя необходимо создать ряд определённых «вынуждающих» условий, существующие тренды развития смешанных перевозок позволяют сделать выводы о благоприятном интенсивном развитии контрейлерного сообщения в будущем. Безусловно, мировая практика организации контрейлерных перевозок должна стать своеобразным теоретико-методологическим фундаментом при их организации на территории России.

1.3 Анализ современного состояния и особенности развития контрейлерных перевозок в России

В современной истории России также имеется опыт организации контрейлерных перевозок. Впервые на контрейлерные перевозки в России обратили внимание в начале 90-х годов. На абаканском заводе было собрано более 90 специализированных платформ грузоподъёмностью 60 т, предназначенных для перевозки автопоездов. Эксплуатация планировалась

на маршруте Москва – Хельсинки, Москва – Новороссийск, Россия – Польша. Конструкция платформы была несовершенна, и при эксплуатации повреждались нижние части фур, что повлияло на необходимость доработки вагона. Второй вариант специализированного вагона, разработанный Торжским заводом, также оказался несостоятельным, по причине необходимости создания особых условий погрузки / выгрузки прицепов. После чего интерес к контрейлерным перевозкам временно снизился и идею их организации отложили.

Следующим этапом организации контрейлерных перевозок были планы по строительству контрейлерного терминала в Калининградской области. В 2007 году прошла презентация совместного проекта Калининградских и Немецких железных дорог. Предполагалось, что терминал будет обслуживать поезда, курсирующие между Калининградом и Злотау. Строительство терминала было намечено на 2008 год, но по неизвестным причинам терминал так и не был построен.

Начиная с 2010 года ОАО «РЖД» ведёт активную работу по организации контрейлерных перевозок. За это время удалось достигнуть определённых успехов, преимущественно в части подвижного состава. Специфика данного вида перевозок заключается в необходимости создания дополнительных инфраструктурных условий для погрузки или выгрузки как трейлеров и автопоездов, так и специфического подвижного состава – специализированных платформ, оснащённых специальными креплениями для перевозимых транспортных средств.

В настоящее время вопрос организации контрейлерных перевозок на территории России остаётся открытым. Несмотря на то что данная тема достаточно широко обсуждается, ни один из запланированных проектов ОАО «РЖД» по организации данного вида комбинированных перевозок так и не был воплощён в жизнь. Этому есть несколько причин. В первую очередь, контрейлерные перевозки ставят в заведомо невыгодное положение

лояльные экологические требования России, которые в странах Евросоюза являются одним из главных стимулов к их использованию. Оказать существенное влияние на востребованность контрейлерных перевозок могло бы введение экологических налогов, таких как налог на пройденные километры, акцизы при покупке грузового транспортного средства, ежегодный экологический налог и т. д. Большой опыт использования налогового инструментария в сфере экологии накоплен скандинавскими странами, где любой объект, способный нанести урон окружающей среде, является предметом налогообложения. В связи с этим в ЕС наибольшее распространение получили транспортные и энергетические налоги, которые присутствуют в различных формах во всех странах Европы.

Второй существенной проблемой организации контрейлерных перевозок является отсталость или полное отсутствие необходимой транспортной инфраструктуры. Модернизация большинства станций под эксплуатацию их в контрейлерном сообщении представляется либо крайне затратной, либо неосуществимой задачей, что вынуждает задумываться о строительстве данных объектов с нуля. Разумеется, адаптация существующей железнодорожной инфраструктуры под эксплуатацию контрейлерных перевозок требует больших капиталовложений и ставит необходимость использования схем государственно-частного партнёрства. На условиях получения преимуществ в доступе к инфраструктуре контрейлерных перевозок большое количество крупных российских транспортно-логистических компаний могло бы быть заинтересовано в инвестировании в строительство объектов контрейлерных перевозок.

В настоящий момент пионером инвестиций в создание инновационного подвижного состава для контрейлерных перевозок является ОАО «Федеральная грузовая компания», по заказу которой в 2013 году конструкторы ЗАО «РМ-Рейл Инжиниринг» разработали контрейлерную платформу, предназначенную для перевозки по железной дороге

автомобильных прицепов, полуприцепов и крупнотоннажных контейнеров [62]. Первым направлением курсирования контрейлерных поездов станет международный маршрут Москва – Хельсинки. ОАО «ФГК» совместно с ОАО «РЖД» и государственной железнодорожной компанией Финляндии VR Groop осуществляет подготовку к запуску пилотного маршрута, целью которого является отработка контрейлерных перевозок в международном и внутреннем сообщении [64]. Стоит отметить, что объём грузовых перевозок через пограничные переходы между Россией и Финляндией только за период с января по октябрь 2013 года вырос более чем на 15%.

Помимо инфраструктурного несовершенства существенным препятствием, мешающим организации контрейлерных перевозок на территории России, является отсутствие привлекательной тарифной политики. В настоящее время использование такого типа комбинированных перевозок представляется достаточно дорогим, так как не предусмотрены никакие дотационные поддержки со стороны государства. Тем не менее существует опыт регулирования спроса на контрейлерные перевозки инструментами тарификации со стороны государства. Одним из примеров может служить Белоруссия, которая в настоящий момент имеет два контрейлерных маршрута: транзитный поезд «Викинг» на участке Словечно – Гудогай.

В 2013 году с целью стимулирования повышения грузопотока через белорусскую транспортную инфраструктуру Белорусскими железными дорогами до конца года были введены 40%-ные скидки к тарифу на контрейлерные перевозки [60].

Себестоимость контрейлерных перевозок, помимо эксплуатационных расходов, зависит от технологии перевозочного процесса, составляющими которой являются:

- долевое соотношение электрифицированных и неэлектрифицированных участков маршрута;

- отсутствие / наличие процедур по переработке поезда на сортировочных станциях;
- тип контрейлерной перевозки (сопровождаемая / несопровождаемая) и, как следствие, наличие или отсутствие в составе поезда пассажирских вагонов для сопровождающего персонала;
- наличие специализированного терминального оборудования, осуществляющего погрузочно-разгрузочные операции на станциях назначения;
- нахождение в собственности грузоотправителя подвижного состава;
- габаритность / негабаритность размещаемых на платформе автопоездов.

За исключением эксплуатационных расходов и технологии перевозочного процесса, тариф на перевозку может изменяться в зависимости от условий организации перевозки, таких как: состав и загруженность контрейлерного поезда, частота обращений, вид и состояние (порожнее / груженое) перевозимых автотранспортных средств и т. д. В связи с вышеперечисленным тарифы на перевозку могут варьироваться в достаточно широком диапазоне, поэтому рациональной представляется индивидуальная тарификация каждого маршрута на договорной основе между участниками перевозочного процесса. Построение клиентоориентированной тарифной политики в условиях свободного ценообразования в сегменте автомобильных перевозок возможно только при установлении исключительных тарифов (в соответствии с «Правилами предоставления исключительных тарифов на железнодорожном транспорте», утверждёнными Постановлением Правительства РФ от 15.12.2004 г. № 787 и Приказом ФСТ от 15.02.2011 г. № 18-т / 1 «Об утверждении Порядка рассмотрения ФСТ России предложений о предоставлении исключительных тарифов на железнодорожные перевозки...») [38, с.118].

Для реализации контрейлерных перевозок, помимо инфраструктурных, финансовых и налоговых задач, необходимо решить целый ряд правовых

вопросов в области комбинированных перевозок. В первую очередь, для регулирования взаимодействия автомобильного и железнодорожного транспорта необходимо законодательно определить само понятие «контрейлерная перевозка». Помимо этого, для юридического обеспечения контрейлерных перевозок требуется определить основы нормативно-правового регулирования отношений и взаимодействия между:

- транспортными организациями (видами транспорта), участвующими в перевозке;
- грузовладельцем и транспортной организацией;
- государством и перевозчиком, в части вопросов контроля, администрирования, таможенного, технического и экологического надзора.

Несмотря на ряд существенных барьеров, описанных выше, в настоящее время наблюдается положительная динамика в решении вопроса организации контрейлерных перевозок в России. Заключается она, в первую очередь, в ряде предложений проектов по организации контрейлерных перевозок. Иностранные компании, владеющие технологиями в области данного вида комбинированных перевозок, оценивая потенциал российского транспортного рынка, выражают заинтересованность в продаже своих инженерных и логистических продуктов. Интерес обусловлен ещё и тем, что большинство терминальных технологий представляют собой достаточно специфический технологический процесс, сопровождаемый использованием уникального оборудования, которое требует проведения технических осмотров, ремонта, настройки и т. д. Эти требования навязывают необходимость послепродажного обслуживания и выливаются в долгосрочные отношения компании-покупателя с владельцем технологии.

Сегодня у Российских железных дорог имеется практика опытных поездок. Организации контрейлерного сообщения на маршруте Москва – Хельсинки, описанному выше, предшествовал ряд опытных отправок. В 2011 году ОАО «РЖД» совместно с VR Group Ltd (ЖД Финляндии) были

организованны три опытные поездки контрейлерного поезда, разной степени загрузки, состоящего из пяти специализированных вагонов модели Sdggngqss-w, принадлежавших финской стороне. Пилотный маршрут был проложен по следующим пунктам: ст. Коувола (Фин.) – ст. Вайниккала (Фин.) / ст. Бусловская (Окт.) – ст. Выборг – ст. Ручьи – ст. Бологое – ст. Ховрино (Окт.) – ст. Москва-Тов.-Смоленская – ст. Кунцево-2 (Моск.) и обратно [38, с.64]. Целью пилотных прогонов являлось:

- изучение поведения кузова полуприцепа при аэровоздействии на него воздушной волны от встречного поезда;
- подтверждение безопасности перевозки полуприцепов в части негабаритности;
- испытание тормозного оборудования вагона-платформы;
- испытание средств крепления полуприцепов на платформе;
- установление предельно допустимых скоростей;
- отработка погрузочно-разгрузочных работ;
- определение времени прохождения поездом таможенных процедур и разработка графика движения поезда на маршруте.

Результаты опытных поездок удовлетворяли требованиям безопасности в части габаритности, устойчивости и надёжности креплений полуприцепа, а также не выявили существенного влияния на график движения поездов по маршруту следования. Время движения поезда по разработанной нитке графика составило 19 часов 18 минут. Результаты испытаний легли в основу разработки нормативного обеспечения контрейлерных перевозок.

При организации контрейлерных перевозок на территории России, необходимо учесть ряд важных климатических особенностей, а также структуру расположения транспортных центров и неравномерную плотность транспортной инфраструктуры. Исторически основные транспортные потребители аккумулировались в крупных городах-миллионниках, располагающихся на расстоянии порядка 600 км друг от друга, между

которыми происходит интенсивный транспортный обмен. В связи с этим в течение одного маршрута могут присутствовать существенные температурные изменения, что накладывает дополнительные сложности при эксплуатации контрейлерных поездов и терминалов. Неравномерное распределение сети автодорог, зачастую их неудовлетворительное качество и повышенное число автомобильных заторов делают контрейлерные перевозки эффективным инструментом решения транспортных проблем не только в линейном сообщении «от мегаполиса к мегаполису», но и в так называемых «паромных решениях», которые необходимы для преодоления высокозагруженных участков дорог, транспортных узлов и т. д. Особенно актуальными такие «экспресс-маршруты» представляются в условиях Московского транспортного узла, через который проходит Панъевропейский транспортный коридор № II (Берлин – Москва – Нижний Новгород), который имеет радиальную структуру и исторически формировался без ориентации на автомобильный транспорт. В данных условиях целесообразной представляется организация контрейлерных перевозок на основе регулярных маршрутов между контрейлерными терминалами, располагающимися за пределами Москвы и имеющими доступ к развитой автомобильной и железнодорожной инфраструктуре. Фундаментом для организации контрейлерных терминалов могут служить крупные сортировочные станции, располагающиеся в Московской области. Учитывая малую длину маршрутов, а также регулярность отправок, состав не должен подлежать переформированию в пути следования, а также предусматривает не только полную, но и частичную загрузку.

Организация «контрейлерного моста», согласно концепции организации контрейлерных перевозок, на «пространстве 1520» представляется целесообразной в обход города Москвы на маршруте от подмосковной станции Дровнино, находящейся на границе области, и до подмосковного Электрогорска. Расстояние между начальным и конечным

пунктом варьируется в достаточно широком диапазоне (от 250 до 360 километров) и зависит от выбора железнодорожного маршрута, которых в настоящее время насчитывается три: Север и Юг Большого кольца Московской железной дороги и Малое кольцо МЖД. Последний вариант представляется наименее привлекательным, так как предусматривает проезд контрейлерного поезда через Москву. Необходимо также отметить, что существуют и в настоящее время активно используются более короткие автомобильные маршруты, проходящие по Московской кольцевой автодороге и Московскому малому кольцу.

Анализируя вышесказанное, выделим и проведем классификацию основных барьеров организации контрейлерных перевозок в России (таблица 1.2).

Таблица 1.2 – Классификация барьеров организации контрейлерных перевозок в России

<i>Область</i>	<i>Барьеры</i>
Финансовая	– отсутствие поддержки со стороны государства; – низкие финансовые показатели проекта на начальном этапе эксплуатации; – отсутствие привлекательной тарифной политики; – коммерческая сложность, связанная с реализацией эффективных механизмов привлечения грузов; – отсутствие возможности оперативного оформления перевозочных документов
Нормативно-правовая	– несовершенство нормативно-правовой базы контрейлерных перевозок; – лояльная к автомобильному транспорту политика государства в части экологии и эксплуатации

	транспортной инфраструктуры
Инфраструктурная	– отсутствие соответствующей инфраструктуры на железнодорожных пунктах пограничного, транспортного и таможенного контроля; – отсутствие чёткой концепции выбора оптимальной технологии контрейлерных перевозок из предложений инженерных решений на рынках Европы и США
Технологическая	– несовершенство технологий перевозочного процесса, повсеместно обеспечивающих высокую скорость движения грузовых поездов; – отсутствие инфраструктурных и информационных решений, обеспечивающих оперативное оформление документов на перевозку

Решение вышеперечисленных задач не может быть фрагментарным и должно представлять собой комплексную стратегию организации и развития контрейлерных перевозок на территории России, включающую пошаговый сценарий реализации данного проекта в различных областях (см. Таблица 1.2). Несмотря на большой диапазон существующих препятствий, имеется ряд географических, технологических, законодательных и инфраструктурных предпосылок к организации контрейлерных перевозок. Сформулируем некоторые наиболее значимые из них в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Классификация предпосылок организации контрейлерных перевозок в России

<i>Область</i>	<i>Предпосылки</i>
Законодательная	– реформирование таможенных процедур, обусловленное появлением Таможенного союза;

	– наличие сезонных ограничений, накладываемых на деятельность отдельных видов транспорта в некоторых регионах; – повышение качества контроля за соблюдением режима труда и отдыха персонала, участвующего в перевозке грузов автомобильным транспортом; – ужесточение экологических требований и ограничений в части шумов и выбросов вредных веществ, являющихся последствиями деятельности автомобильного транспорта (появление стандартов Евро-3 и Евро-4 по автомобильному топливу, а также ограничение на въезд грузового транспорта старше определённого возраста)
Экономическая	– интенсивный рост спроса на качественное транспортно-логистическое обслуживание; – рост внешнего и внутреннего товарообмена; – высокая стоимость горюче-смазочных материалов, а также обслуживания автотранспортных средств
Технологическая	– планы по модернизации существующей и формированию новой терминально-логистической инфраструктуры железнодорожного транспорта Российской Федерации; – наиболее благоприятные, по сравнению с Европой, условия в части габаритных ограничений
Инфраструктурная	– большое количество автомобилей при низкой плотности автодорожной сети. Особенно критичными представляются условия, возникающие в крупных мегаполисах и областных центрах; – низкое качество дорожного покрытия отдельных

	участков интенсивно используемых направлений; – низкое качество дорожного сервиса в части создания условий для отдыха персонала и обслуживания транспортных средств
Географическая	– большие дистанции между основными потребителями транспортных услуг, обусловленные значительным удалением областных центров друг от друга; – сложные климатические условия, неблагоприятные для эффективного использования грузового автотранспорта на больших дистанциях

Из проведенного анализа следует, что в текущих условиях роста потребления транспортно-логистических услуг повышение качества их предоставления является одним из ключевых факторов, влияющих на конкурентоспособность транспортных компаний. Поэтому разработка и внедрение высококачественных транспортных услуг, способных положительно влиять на эффективность выполнения транспортных задач, являются актуальным вопросом. Учитывая востребованность автомобильного и железнодорожного транспорта в грузовом сообщении, наиболее актуальным представляется вопрос поиска форм их эффективного взаимодействия, в том числе и посредством контрейлерных перевозок, которые, как показал мировой опыт их применения, при определённых условиях могут быть вполне высокоэффективным инструментом решения транспортных задач.

1.4 Обзор выполненных ранее исследований и проблемы организации контрейлерных перевозок

Проблемами организации контрейлерных перевозок отечественные учёные начали заниматься ещё с 60-х годов прошлого века, но несмотря на это современный научный фундамент их организации достаточно небольшой. Среди работ, исследовавших различные аспекты контрейлерных перевозок и внёсших наибольший вклад в формирование научной базы их организации, можно выделить труды авторов А.Г. Кирилловой, Л.Н. Матюшина, С.М. Резера, О.В. Снигур, А.С. Шапкина, А.В. Шобанова, Л.А. Когана и других.

Зарубежный опыт и история организации контрейлерных перевозок отражены в труде [36], в котором рассматриваются устройства эксплуатации и эффективности применения контрейлеров в Советском Союзе. Рассмотрены основные типы, характеристики подвижного состава, способы перегрузки трейлеров середины прошлого века и условия безопасности. Помимо этого, произведен расчёт устойчивости и крепления трейлеров на железнодорожных платформах, а также исследована эффективность использования в сравнении с другими видами транспорта. На современном этапе данная работа не представляет особой практической значимости ввиду существенного преобразования различных аспектов контрейлерных перевозок, но позволяет оценить историю развития вопроса организации и уровень проработанности этой темы в советское время.

Современный теоретико-методологический базис организации контрейлерных перевозок в России начал формироваться в середине 90-х годов прошлого века, когда данный вид перевозок вновь обратил на себя внимание отечественных ученых и транспортников.

В исследовании [31] А.Г. Кирилловой рассмотрен вопрос организации контрейлерных перевозок, а также проведён анализ мультимодального автомобильно-железнодорожного сообщения, предложены методы совершенствования управления предприятием в транспортных узлах. А.Г. Кирилловой предложены математические модели оптимизации контрейлерных перевозок через решение задач: выбора оптимальных маршрутов контрейлерных перевозок по смешанной автомобильно-железнодорожной транспортной сети и оптимального расположения контейнерного / контрейлерного терминала на основе определения координаты точки наименьшего удаления от транспортных потоков путём поиска центра масс.

Поскольку в данной диссертационной работе решается задача выбора расположения сети контрейлерных терминалов имеет смысл подробнее остановиться на предлагаемой А.Г. Кирилловой идеи поиска оптимального месторасположения терминала. Суть заключается в том, что аналогично центру масс, находящемуся на наименьшем расстоянии от всех материальных точек, контейнерный / контрейлерный терминал, должен располагаться на наименьшем расстоянии от транспортных потоков. Существенным недостатком предлагаемого инструмента является выбор месторасположения по единственному критерию плотности транспортных потоков, что на практике не представляется возможным, ввиду наличия большого количества необходимых для учета факторов, например, развитие транспортной инфраструктуры в местности размещения терминала, конфигурация участка расположения, капитальные и эксплуатационные затраты и т.д. Более того, данный метод не позволяет качественно решить задачу формирования сети контрейлерных терминалов, так как предусматривает поиск одной, единственной точки размещения. В связи с этим, по нашему мнению использование предлагаемого инструмента, представляется целесообразным

только для оперативного предварительного определения оптимального месторасположения контрейлерного терминала.

В работе [115] автором разработаны и предложены основные принципы, теоретические и методологические подходы оценки эффективности контрейлерных перевозок. Определены критерии и показатели, позволяющие оценить эффективность перевозок для каждого участника. Произведено обоснование верхней и нижней границы уровня железнодорожного контрейлерного тарифа, а также необходимости применения частных методик оценки эффективности для отдельных участников перевозки. Рассмотрены отдельные технологические варианты контрейлерных перевозок, по которым разработан алгоритм комплексной оценки эффективности.

А.С. Шапкиным [114] проведён анализ существующего технического обеспечения контрейлерных перевозок, рассмотрено существующее терминальное оборудование и технические средства для переработки контрейлеров, а также варианты технологических схем организации контрейлерных перевозок и их технико-экономическая оценка. Предложена технико-экономическая модель выбора рациональных параметров системы контрейлерных перевозок и выбор критериев их оценки. Разработана экономико-математическая модель выбора рациональной дальности перевозок грузов контрейлерными поездами и автомобильным транспортом, а также методика расчётов по вариантам с рациональной дальностью. Многие из описанных в данной работе терминальных погрузочных средств и способов погрузки в настоящее время являются устаревшими и не используются широко. Например вертикальный и горизонтально-торцевой способы погрузки, в настоящее время практически не используются в контрейлерных перевозках. Стоит также отметить, что одним из выводов, формулируемых автором в работе является вывод о том что при осуществлении сопровождаемой контрейлерной перевозки автопоезда

наиболее рациональным является вариант торцевой погрузки. Необходимо отметить, что в текущих условиях, данный вывод потерял свою актуальность, поскольку современные контрейлерные системы способны обеспечить, более безопасную, параллельную и оперативную погрузку автопоезда.

Исследование параметров, влияющих на размер состава контрейлерного поезда проведено в работе [106] О.В. Снигур. Разработаны алгоритмы оптимизации составов поездов при различных величинах параметров или показателей поставок контрейлерной техники и различного объёма предоставляемой перевозчику информации.

Авторы вышеперечисленных работ в той или иной степени пришли к мнению, что организация контрейлерных перевозок на территории России целесообразна и возможна при создании определённых условий, касающихся экономических, технических и технологических аспектов.

Среди работ, не имеющих прямого отношения к организации контрейлерных перевозок, но содержащих методические разработки и практические рекомендации по организации перевозок, а также оптимизации взаимодействия различных видов транспорта, можно выделить:

- работу [83] А.С. Минаковой, в которой автором проведён анализ обслуживания грузовладельцев компанией ОАО «РЖД», сформирована концепция реинжиниринга железнодорожной грузовой станции в интегрированный транспортный центр логистического обслуживания, а также, на основе теории массового обслуживания разработана математическая модель управления конфликтными потоками заявок грузовладельцев;

- работу [85] Е.Е. Москвичёвой, посвящённую совершенствованию технологических решений в организации работы контейнерных терминалов, в которой, на основе теории массового обслуживания разработана математическая модель обработки составов с контейнерами на терминале сквозного типа, а также дана оценка эффективности метода поточной

обработки контейнеров железнодорожным транспортом на основе применения транспортной логистики.

Анализ вышеперечисленных работ показывает несовершенство математических инструментов теории массового обслуживания с точки зрения применимости их к моделированию транспортных процессов по причине необходимости сильной формализации функционирования моделируемых объектов. Это обуславливает актуальность проблем изучения процессов организации перевозок с использованием инструментов моделирования. Вопросы моделирования различных аспектов транспортных процессов, как на этапе их организации, так и на этапе функционирования, являются предметом продолжительных интенсивных дискуссий. Наиболее полно эти вопросы отражены в работах Э.А. Мамаева [62], В.Е. Черненко [111], А.Н. Рахмангулова [92], А.А. Малыханова [56] и др. Из вышеперечисленных трудов становится очевидным, что современным трендом моделирования транспортных процессов является использование программных средств имитационного моделирования.

В середине двухтысячных годов авторами [81, 82] были обобщены основные понятия и принципы организации перевозок контейнерными отправлениями и рассмотрены различные аспекты создания комплексной транспортной услуги в области доставки товаров с использованием контейнерной технологии. Кроме того, на уровне материального и транспортного потоков продемонстрирована связь между сферой торговли и сферой организации транспортной услуги.

Также был проанализирован ряд научных работ, посвящённых различным аспектам организации перевозок и работы транспортной инфраструктуры в части строительства, проектирования, экономики, сервисного обслуживания, технологии и моделирования работы и т. д., ссылки на которые представлены в тексте данного диссертационного исследования. Изучен ряд нормативно-правовых документов,

регламентирующих деятельность транспорта на территории России, а также концепции организации и стратегии развития контрейлерных перевозок различных компаний, работающих в сфере транспорта, перевозок и логистики.

Из проведённого анализа контрейлерных систем можно заключить, что различные контрейлерные системы имеют свою сферу эффективного применения, т. е. наиболее полно отвечают специфике решаемых задач. Широкий спектр различных контрейлерных систем на мировом рынке контрейлерных технологий, а также потенциальная потребность данного вида перевозок в дотациях со стороны государства диктуют необходимость принятия рациональных управленческих решений на этапе их организации. При этом данные решения должны, с одной стороны, соответствовать особенностям потребления транспортных услуг в регионе, т. е. качественно, с учётом специфики решаемых задач удовлетворять спрос на перевозку, а с другой стороны – обеспечивать минимум капитальных и эксплуатационных затрат на контрейлерные перевозки в регионе.

Вышеперечисленные проблемы обусловили выбор задач, решаемых в данном диссертационном исследовании. Формирование региональной сети контрейлерных терминалов, на наш взгляд, требует решения двух основных задач: задачи выбора наиболее рационального варианта реализуемой контрейлерной системы и задачи размещения контрейлерных терминалов на сети железнодорожных станций региона. Для решения первой задачи необходимо сформулировать критерии и разработать алгоритм многокритериального выбора контрейлерной системы. Для решения второй задачи, необходимо разработать модель, позволяющую определять месторасположения региональной терминальной инфраструктуры с учетом суммарных капитально-эксплуатационных затрат и уровня спроса на контрейлерные перевозки в регионе.

Выводы по первой главе

Проведенный анализ состояния, проблем и перспектив развития рынка контейнерных перевозок позволил сформулировать следующие основные выводы:

1. Текущее состояние российской экономики характеризуется высоким уровнем логистических издержек, превышающим вдвое среднемировой показатель. Это крайне негативно отражается на производстве и торговле. Причинами высокого уровня логистических издержек являются недостаточное развитие транспортной инфраструктуры и техники, несовершенство технологий перевозок пассажиров и грузов, слабая подготовка кадров транспортной отрасли и несовершенство законодательной базы в сфере транспорта.

2. Из анализа объемов перевозок грузов в России следует, что наиболее интенсивно используемыми видами транспорта являются автомобильный и железнодорожный, оптимизация взаимодействия которых в настоящее время представляется наиболее перспективным решением. При этом, учитывая неудовлетворительное текущее состояние некоторых участков путей сообщения и инфраструктуры на автомобильном транспорте, приводящих к удорожанию перевозки в 1,3-1,5 раза, целесообразной представляется переориентация части грузов на железнодорожный транспорт.

3. Исследование зарубежного опыта показывает, что эффективное функционирование и спрос на контейнерные перевозки зависят от наличия определенных внешних «вынуждающих» условий. Например, высокие экологические налоги, запрет выезда грузового автомобильного транспорта на дороги общего пользования в выходные и праздничные дни, высокая стоимость топлива, ограничения осевой нагрузки и жесткое нормирование

труда персонала участвующего в перевозке. Из этого следует, что при наличии ограничений функционирования автомобильного транспорта, контрейлерные перевозки, могут быть эффективным инструментом обеспечения транспортного грузового сообщения в регионе.

4. Несмотря на наличие вышеперечисленных причин, стимулирующих спрос на контрейлерные перевозки, европейским транспортным компаниям работающим в данном сегменте рынка, оказывается дополнительная поддержка со стороны государств. В большей степени такая необходимость обусловлена высокой себестоимостью контрейлерной перевозки, так как имеется необходимость перевозки тягача, создания условий для перевозки водителя, а также появляются пассивные порожние пробеги грузового автотранспорта.

5. Современный рынок технологических решений контрейлерных перевозок характеризуется большим количеством разнообразных предложений. Из проведенного в главе анализа контрейлерных систем, следует вывод о наличии существенных различий в их характеристиках и, как следствие, сфер эффективного использования каждой контрейлерной системы, которые определяются спецификой задач, решаемых организацией контрейлерных перевозок. Это обуславливает необходимость разработки инструмента выбора контрейлерной системы на этапе организации контрейлерных перевозок.

6. Анализ отечественного опыта организации контрейлерных перевозок позволил выделить и классифицировать ряд барьеров, препятствующих их организации и эффективному функционированию на территории России. Из проведенного анализа следует, что организация контрейлерных перевозок это комплексная задача, требующая целого ряда экономических, технологических, нормативно-правовых решений. Несмотря на большое количество препятствий, проведенный в работе анализ позволяет заключить, что в настоящее время существует ряд предпосылок экономического,

технологического, инфраструктурного и географического характера организации контрейлерных перевозок в России.

7. Обзор выполненных ранее исследований и проблемы организации контрейлерных перевозок позволяет заключить, что современный теоретико-методологический базис их организации в России начал формироваться в середине 90-х годов прошлого века и позволяет сегодня эффективно подойти к решению некоторых описанных выше задач. Однако, стоит отметить, что современные инструменты моделирования, обеспечивают более качественные результаты и требуют пересмотра или отказа от некоторых, предложенных ранее методов. В частности, корректности использования инструментов теории массового обслуживания при моделировании контрейлерных перевозок и определении математическими инструментами оптимального месторасположения контейнерных терминалов.

ГЛАВА 2. ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ КОНТРЕЙЛЕРНОГО ТЕРМИНАЛА

2.1 Типовые технологические процессы эксплуатации контрейлерного терминала

Смешанная перевозка предполагает последовательное участие нескольких видов транспорта. Комбинация автомобильного и железнодорожного транспорта в смешанных перевозках является одной из наиболее распространённых. Фундаментом для их организации служит унификация транспортного оборудования (контейнеры, контрейлеры и т. д.). Грузовые операции при смешанных перевозках специфичны по перевалке грузов с одного транспорта на другой и требуют высокой синхронизации работы от участвующих в перевозке видов транспорта.

Общий синергетический эффект смешанной перевозки достигается за счёт:

- координации работы транспорта в пунктах передачи груза, путём использования единого технологического процесса;
- единой сквозной маршрутизации всех видов транспорта, участвующих в перевозке;
- организации своевременной подачи подвижного состава;
- оптимизации работы погрузочно-разгрузочной техники;
- прогнозирования объёмов перевозок и планирования перевозочного процесса;
- использования систем электронного документооборота на всех этапах перевозки груза;
- использования систем, предоставляющих информационное обеспечение.

Спецификой смешанной перевозки является оперирование не грузом в чистом виде, а грузовой единицей, в которой этот груз заключён. Такой единицей может выступать контейнер, контрейлер, съёмный кузов автомобиля, трейлеры и т. д.

Грузовая работа при смешанной перевозке происходит внутри транспортно-грузовых терминалов, которые являются стыковым пунктом встречи различных видов транспорта. Согласно [86, с.55], транспортно-грузовой терминал представляет собой «комплекс инженерных сооружений, технических и технологических устройств, организационно взаимоувязанных и предназначенных для выполнения логистических операций, а также комплекса услуг экспедиционного сервиса и требований к грузу коммерческого и административного характера (таможенная очистка, санитарно-карантинный контроль, страхование и др.)».

Современное логистическое обслуживание предполагает оказание широкого спектра услуг в одном месте, в связи с чем существует тенденция интегрирования всё большего количества логистических функций внутри транспортно-грузового терминала. В связи с этим современный транспортный терминал зачастую является самостоятельной широкоассортиментной логистической единицей, не замыкающейся на складировании и распределении грузов, а оказывающей весь спектр транспортно-экспедиционных и складских услуг, к которым можно отнести:

- ведение таможенных процедур (оформление деклараций и товарно-сопроводительных документов, досмотр, очистка и т. д.);
- обеспечение работ по погрузке и выгрузке грузов;
- временное и длительное хранение грузов широкого ассортимента, включая особо опасные, скоропортящиеся и ценные, а также их распределение, страхование и комплектование;
- транспортировку грузов;
- информационное обеспечение клиента;

- предоставление услуг по стоянке, мойке, ремонту, заправке подвижного состава;

- размещение инфраструктур, обеспечивающих коммуникационное (интернет, телефонная связь) и банковское обслуживание, а также позволяющих размещение столовых, гостиниц, комнат отдыха и т. д.;

- предоставление аренды помещений транспортным компаниям и т. д.

Типовые технологические процессы эксплуатации контрейлерного терминала, рассматриваемые для внедрения ОАО «РЖД», опираются на ряд решений, являющихся исходными данными для их разработки:

- регулярное контрейлерное сообщение организуется поездными формированиями и исключает разрыв состава на терминалах в пути следования;

- подвижной состав и инфраструктура должны обеспечивать возможность осуществления как контрейлерных сопровождаемых, так и несопровождаемых перевозок;

- контрейлерные платформы оборудуются специальными площадками, обеспечивающими проезд техники между платформами во время погрузочно-разгрузочных работ;

- длина состава поезда, работающего во внутрироссийском сегменте перевозок, – 71 у. в., а в международном сообщении «пространства 1520» – 57 у. в.

Длина грузового фронта обусловлена условиями размещения контрейлерного терминала и может составлять 1 050 и 525 метров. В первом случае предполагается приём поезда на один путь, во втором – состав делится на две части и размещается на двух параллельных путях (рисунки 2.1 и 2.2).

Зонирование площадей контрейлерных терминалов обусловлено наличием большого количества одновременно происходящих процессов. Набор функциональных зон типового контрейлерного терминала включает в

себя: зону въезда, накопления транспортных средств, ожидания, погрузки, выгрузки, выезда. Помимо вышеперечисленного, контрейлерный терминал включает в себя здания и сооружения (контрольно-пропускные пункты, склады, гаражи, офисные здания, пункты приёма пищи и т. д.), а также инфраструктуру, соединяющую терминал с внешними автодорогами.

Зона въезда имеет внешнюю буферную стоянку и зону досмотра автотранспорта. Проезд автопоездов в ворота контрольно-пропускных пунктов осуществляется согласно разметке по сигналу регулировочного светофора. Процедура прибытия сопровождается видеоконтролем, фиксирующим фотоснимками номера транспортного средства, а также повреждения автомобиля и прицепа. Полученная информация хранится на серверах до востребования, в случае претензий со стороны клиентов.

Зоны ожидания и накопления обеспечивают погрузку и выгрузку транспортного средства в отведённое нормативное время. Таких зон можно выделить три:

- перед воротами въезда;
- между габаритными воротами и устройством взвешивания;
- парковка трейлеров вдоль погрузочного фронта (зона погрузки).

В зоне погрузки находятся трейлеры, ожидающие погрузки на прибывающий поезд. Данная зона представляет собой 2 перрона, находящиеся на одном уровне с платформой вагона, на расстоянии ~ 10 см. Эти условия позволяют грузовикам беспрепятственно маневрировать при погрузке и выгрузке.

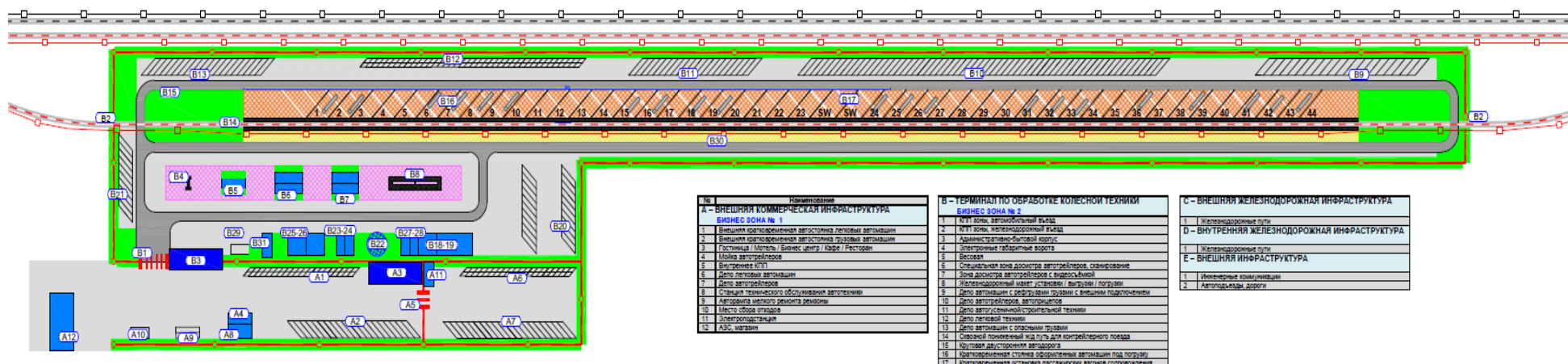


Рисунок 2.1 – Общий вид типового контейнерного терминала с длиной грузового фронта 1 050 м

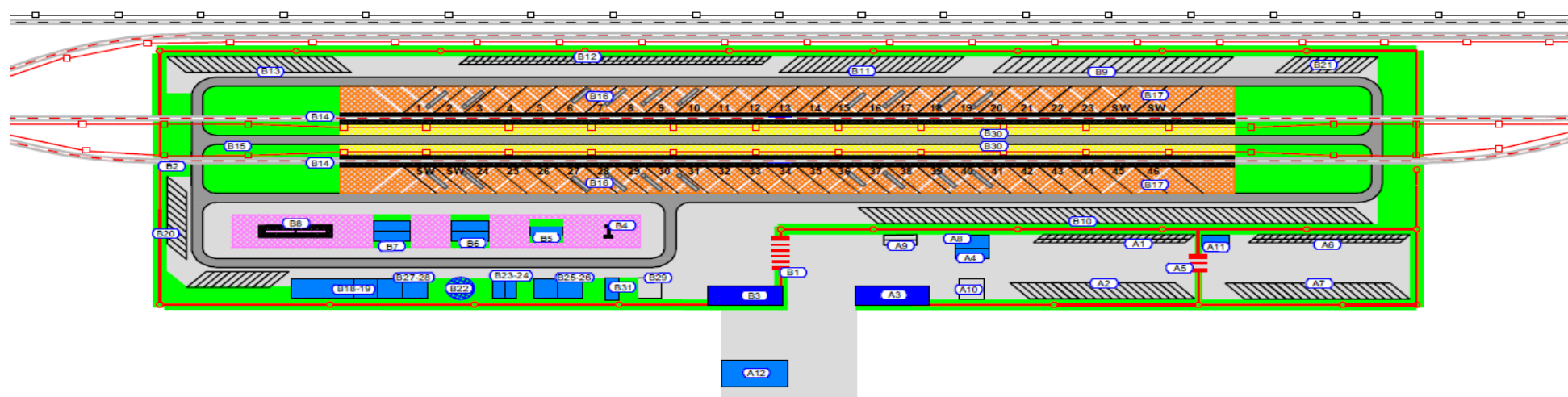


Рисунок 2.2 – Общий вид типового контейнерного терминала с длиной грузового фронта 525 м

Для исключения конфликтности транспортных потоков, циркулирующих внутри терминала в процессе погрузки и выгрузки с состава, необходимо их разделение, путём расположения соответствующих зон на противоположных сторонах путей. При невозможности подобного разделения возможно совмещение зон погрузки и выгрузки, что, по причине нарушения прямолинейности транспортных потоков, приведёт к сложному маневрированию и отрицательно скажется на производительности терминала.

Зона выезда может быть как отдельной, так и совмещенной с зоной въезда. Первый вариант позволяет избежать конфликта встречных транспортных потоков, второй – существенно снижает стоимость организации и эксплуатации, а также позволяет контролировать процесс въезда и выезда из одного административного здания.

Подключение контрейлерного терминала к внешней транспортной инфраструктуре зависит от конфигурации дорожной сети вблизи терминала, участка и рельефа местности, на которой он располагается.

Транспортная доступность к терминалу должна быть обеспечена с учётом неравномерности прибытия и интенсивности движения, путём организации соответствующей пропускной способности автомобильных подходов.

Оптимальная планировка расположения функциональных зон является обязательным условием разделения транспортных потоков и логистических процессов, элементами которых являются прибытие и отправка контрейлерных и автопоездов, а также их загрузка и выгрузка.

Технологический процесс работы контрейлерного терминала включает в себя:

- приём заказов;
- бронирование;
- въезд и выезд;

- регистрацию прибывших транспортных средств;
- регистрацию оплаты;
- выдачу разрешений на въезд;
- накопление;
- погрузку и выгрузку;
- документальное сопровождение;
- перемещение между зонами терминала.

Процедура приёма заказов и бронирования осуществляется путём взаимодействия сервисного центра (СЦ), являющегося исполнителем, с отделом операций с автомобильным транспортом (ОП), поездным диспетчером (ПД) и депо (Д). После приёма заказа от клиента СЦ проверяет возможность его выполнения и при необходимости уточняет у клиента (К) дополнительную информацию. Далее происходит ввод заказа СЦ в систему электронного документооборота и ожидается подтверждение получения к исполнению заказа соответствующими подразделениями. После подтверждения СЦ создает учётную карту заказа и передает её заинтересованным подразделениям.

По прибытии автопоезда в терминал водитель регистрирует транспортное средство на въезде. Служащий регистрации на контрольно-пропускном пункте проверяет соответствие документов заказу и их комплект. После сверки данных осуществляется ввод заказа в систему электронного документооборота, водителю выдаётся въездной жетон и путевой лист передвижения по терминалу, а также предоставляется парковочное место под трейлер в зоне ожидания. После этого водитель опускает жетон в приёмник шлагбаума, покидает зону въезда и согласно путевому листу проезжает через габаритные ворота, участок взвешивания и следует к предписанному месту стоянки в зону ожидания. В случае несопровождаемой перевозки водитель паркует транспортное средство, расцепляет тягач и трейлер и, оставив последний, покидает терминал с

тягачом, предварительно передав комплект сопроводительных документов в службу приёма и накопления.

Поездной диспетчер (ПД) распечатывает список погрузки и проверяет полноту представленных данных. В случае неполноты представленных данных ПД в устной форме информирует СЦ и/или экспедитора. СЦ совместно с ПД изменяют / дополняют данные заказа на погрузку или, в случае невозможности, отменяют заказ. Далее ПД определяет и утверждает схему погрузки трейлеров, после чего передаёт и согласовывает список погрузки со службой приёма и накопления. При необходимости происходит корректировка, составляется окончательный список и осуществляется оповещение всех заинтересованных служб о внесённых изменениях. С помощью системы электронного документооборота водитель терминального тягача выбирает полуприцепы для погрузки на поезд, перемещает его в зону погрузки, погружает в вагон.

Аналогичным образом с участием ПД, СЦ и службы приёма и накопления происходит процедура выгрузки трейлера по прибытии на станцию назначения.

Перемещение автопоездов внутри контрейлерного терминала в зависимости от типа перевозки можно представить рисунками 2.3, 2.4, 2.5.

Управление работой контрейлерного терминала, грузами, автопоездами, персоналом и документооборотом осуществляется с помощью автоматизированной системы управления контрейлерным терминалом (АСУКТ). Система в режиме реального времени отслеживает положение и перемещение контрейлеров, анализирует текущую обстановку на терминале и оперативно планирует задание персоналу.



Рисунок 2.3 – Схема перемещения автопоезда с последующей заменой прицепа

Перечень задач, решаемых АСУКТ, включает в себя:

- управление и зонирование адресного пространства контрейлерной площадки;
- ведение книг учёта контрейлеров, грузов, автопоездов, полуприцепов и их владельцев;
- генерацию стратегии внутритерминального перемещения автопоездов;

- формирование отчётности;
- управление процедурами приёмки, погрузки, выгрузки, взвешивания контрейлеров;
- заполнение необходимых актов, накладных и сопроводительных документов;
- накопление данных о работе терминала и формирование на их основе аналитических отчётов;
- формирование счёта за предоставленные услуги.



Рисунок 2.4 – Схема перемещения автопоезда с последующим отправлением тягача без прицепа

АСУКТ накапливает, хранит и обрабатывает информацию, необходимую для обработки трейлеров, которая включает в себя: тип

трейлера, автопоезда, полуприцепа; государственный регистрационный номер транспортного средства; информацию о владельце; дату прибытия и отправки автопоезда из терминала; расписание движения контрейлерных поездов и т. д.

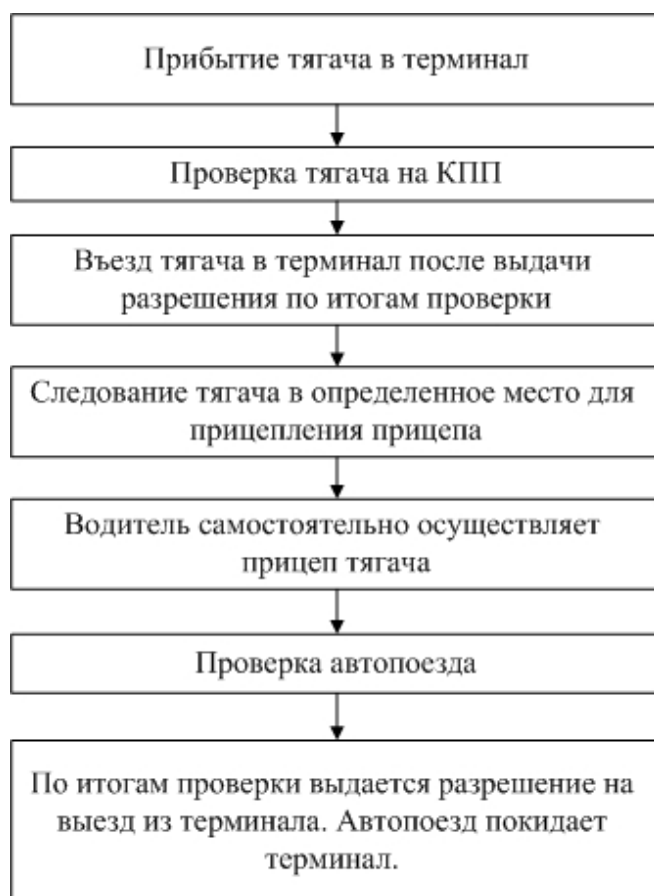


Рисунок 2.5 – Схема перемещения тягача с последующим отправлением с прицепом

С учётом адресного пространства терминала и полученной информации АСУ разрабатывает маршрут перемещения трейлера внутри терминала. Из всех возможных выбирается вариант, обеспечивающий поточность производства, минимальный по дальности, количеству операций и встречных транспортных потоков. Отслеживание происходит с помощью радиотерминалов сбора данных.

Информация о транспортном средстве поступает в АСУ, путём ввода вручную или подачи в электронном формате заявки на приёмку. Заявка содержит информацию о владельце, грузе, номер транспортного средства дату отгрузки, адрес доставки и т. д. После прибытия в соответствующую зону происходит осмотр трейлера и ввод актуальной информации. По итогам приёмки АСУ определяет место размещения трейлера во время ожидания погрузки. Аналогичным образом происходит подача заявки на отгрузку. При необходимости осуществления дополнительных операций с трейлером (взвешивание, подключение рефрижераторного трейлера к питанию, ремонт и т. д.) в заявках ставятся дополнительные соответствующие отметки или комментарии.

Оптимизация процессов прибытия, отправления, погрузки и отгрузки трейлеров осуществляется специальным модулем АСУ, который выполняет следующие функции:

- регистрация прибывших на железнодорожный путь контрейлерных платформ и обработка необходимой информации (номер и тип платформы, её собственник и т. д.);
- регистрация и обработка необходимой информации прибывших полуприцепов и ушедших из терминала платформ;
- управление процессом погрузки и отгрузки трейлеров с платформ;
- формирование комбинации погрузки трейлеров с учётом станции назначения, суммарного веса и т. д.

Для осуществления целостного управления перевозкой необходима полная интеграция автоматизированной системы управления контрейлерным терминалом в высокоуровневые АСУ документооборота и движения, используемые ОАО «РЖД» по всей сети дорог. Среди них можно выделить систему электронной транспортной накладной ЭТРАН, автоматизированную комплексную систему фирменного транспортного обслуживания (АКС ФТО)

и автоматизированную систему ведения и анализа графика исполненного движения (ГИД УРАЛ-ВНИИЖТ).

Система ЭТРАН с помощью специального модуля, взаимодействуя в реальном времени с АКС ФТО, позволит автоматизировано оформлять заявки на перевозки грузов в соответствии с действующими нормативными документами.

Управление с целью корректировки выполнения качественных показателей работы (техническая и участковая скорость, длина и вес поезда, оборот вагона и т. д.) осуществляется с помощью системы «ГИД УРАЛ-ВНИИЖТ». Спектр функций системы включает:

- построение графика исполненного движения;
- разработку графиков движения с учётом технологических «окон»;
- отслеживание поездного движения и положения;
- отслеживание состояния и положения локомотивов;
- ведение учёта местной работы.

Для эффективной работы терминала необходим непрерывный двусторонний обмен информацией между системами АСУКТ и «ГИД УРАЛ» на предмет подхода контрейлерных поездов к терминалу, корректировки времени прибытия и отправления поезда с терминала на перегон. На основании полученной от «ГИД УРАЛ» информации АСУКТ в случае несопровождаемых перевозок информирует грузополучателя о прибытии поезда, а также формирует задания заинтересованным службам и исполнителям (грузчикам, диспетчерам, приёмосдатчикам и т. д.).

В зависимости от типа перевозки её специфика существенно отличается. В связи с этим система автоматизированного управления контрейлерным терминалом должна обеспечивать управление как несопровождаемыми, так и сопровождаемыми перевозками, что в первом случае предусматривает операции с терминальными тягачами, а во втором –

с необходимостью обеспечения дополнительных условий и услуг (покупка билетов и т. д.) для перевозки водителей, экспедиторов и т. д.

Расширение диапазона предоставляемых услуг, оказываемых при перевозке, положительно влияет на выбор вида транспортного обеспечения у потенциального заказчика. В связи с этим, исходя из опыта зарубежных стран в организации контрейлерных перевозок, представляется целесообразным использование собственного парка тягачей для транспортировки прибывшего прицепа от станции назначения до получателя. Эта услуга требует внедрения в АСУКТ дополнительного модуля, обеспечивающего управление собственным парком тягачей, отслеживающего их работу и дислокацию в режиме реального времени.

2.2 Выбор оптимального варианта контрейлерной системы на основе метода анализа иерархий

На этапе организации производства неизбежно возникают вопросы, решение которых определяет эффективность его деятельности в будущем. Организация работы объектов транспортной инфраструктуры зачастую происходит в условиях неопределённости, т. е. ограниченного объёма информации, большого количества различных мнений, отсутствия статистических данных, невозможности произвести точный расчёт и оценить последствия принимаемых решений и т. д.

Вопросы выбора при принятии решений на этапе организации сложных систем являются неструктурированными и сводятся к решению одной из трёх задач [102, с.38; 52, с.28]:

- упорядочение альтернатив по совокупности свойств;
- классификация альтернатив по классам решений;
- выбор наилучшей альтернативы.

Первая задача заключается в определении порядка множества альтернатив по степени их значимости, прибыльности, необходимости и т. д. Вторая – в сортировке альтернатив по классам решений, в зависимости от стоимости, качества, привлекательности и т. п. Третья – является наиболее часто встречающейся на практике и заключается в выборе наилучшей из рассматриваемых альтернатив по совокупности критериев.

Организация контрейлерных перевозок подразумевает многоэтапность и заключается в постоянном осуществлении выбора наиболее оптимального варианта из числа возможных. Принятие решений необходимо на различных этапах, например при определении оптимального месторасположения контрейлерного терминала, технологии его работы, концепции перевозок, типа погрузочных машин и механизмов и т. д. Выбор осложняется большим количеством учитываемых критериев, их различной размерности и значимости.

Можно выделить несколько этапов классического решения многокритериальной задачи выбора наилучшей альтернативы:

- определение цели, ограничений и формирование множества альтернатив;
- формирование множества критериев и расчёт их критериальных показателей;
- определение приоритетности критериев и расчёт их важности;
- приведение величин критериальных показателей к одной размерности;
- расчёт рейтинга альтернативы;
- принятие решения.

Процедура формирования множества альтернатив заключается в поиске вариантов решений в результате исследования внешней и внутренней среды организации. Множество альтернатив формируется с учётом ограничений, представляющих собой условия достижения цели и определяющихся внешней средой и ресурсами. Альтернативы характеризуются различными показателями, имеющими разную привлекательность для участников принятия решения. Данные показатели называют критериями. На сложность решения задачи существенно влияет количество рассматриваемых критериев. При малом количестве критериев выбор осуществляется путём элементарного сопоставления альтернатив. При большом количестве критериев появляется необходимость их сортировки и группировки.

В настоящее время существует множество методов определения наилучшей альтернативы, которым посвящено большое количество трудов отечественных и зарубежных учёных [102, 52, 104]. Принятие решений при выборе альтернативы является междисциплинарной областью исследования операций, в которой участвуют математики, инженеры, экономисты, программисты и т. д. Такая междисциплинарность зачастую усложняет процесс принятия решений, поскольку, как правило, знания участвующих экспертов ограничены только определённой областью. Задача выбора системы контрейлерного терминала осложняется ещё и тем, что является слабоструктурированной, т. е. качественной, неподдающейся детальному количественному анализу. Поэтому решение задачи выбора контрейлерной системы должно заключаться в анализе и структуризации.

Вышеперечисленным требованиям удовлетворяет метод анализа иерархий, разработанный американским математиком Т. Саати, в основе которого лежат декомпозиция и синтез. Преимуществами данного метода являются:

- большой положительный опыт практического применения и доступность широкому кругу специалистов;
- возможность проверки информации, получаемой от эксперта, на противоречивость;
- математическая правомочность, заключающаяся в принципе иерархической композиции, который имеет чёткое математическое обоснование.

Таким образом, выбор метода анализа иерархий удовлетворяет не только необходимости научного обоснования выбора, но и обладает преимуществами при практическом применении.

Метод анализа иерархий заключается в реализации трёх принципов: идентичности и декомпозиции, дискриминации и сравнительных суждений и принципе синтеза, которые последовательно реализуются на трёх этапах применения метода.

На первом этапе решения вопроса выбора контрейлерной системы необходимо произвести его декомпозицию, выделив тем самым подсистемы, после чего выяснить взаимосвязь между подсистемами и произвести синтез. Структура задачи выбора задаётся в виде иерархии, на высшем уровне которой располагается цель, уровнем ниже – критерии выбора (подцели), а основанием иерархии служат рассматриваемые альтернативы, в рамках которых производится выбор наилучшей. Цели, подцели и альтернативы являются элементами иерархии. Пример иерархии представлен на рисунке 2.6.

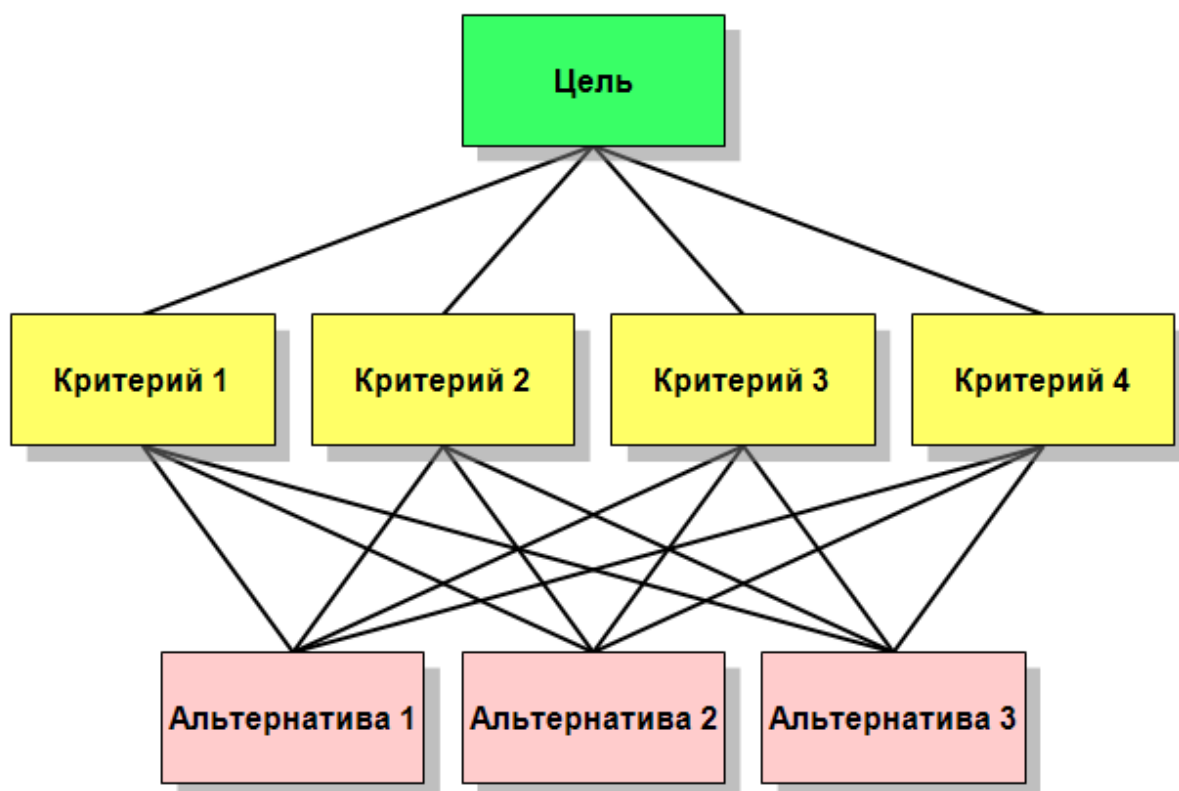


Рисунок 2.6 – Схема трёхуровневой иерархии при осуществлении выбора лучшей альтернативы методом анализа иерархий

Построение иерархии и определение связей между её элементами проводится до включения всех существенных факторов. После этого методом парных сравнений Саати определяются весовые коэффициенты, характеризующие степень зависимости каждой корневой вершины (критерия) от связанных с ней элементов низшего уровня.

Метод парных сравнений Саати заключается в попарном сравнении элементов одного уровня, которое происходит на основе опыта и знаний участвующего экспертного лица. При этом уровень важности рассматриваемых элементов определяется числовыми значениями, приведёнными в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Фундаментальная шкала абсолютных значений для оценки силы суждений

<i>Ст-нь пред-ия</i>	<i>Определение</i>	<i>Комментарий</i>
1	Равная предпочтительность	Две альтернативы одинаково предпочтительны с точки зрения цели
2	Слабая степень предпочтения	Промежуточная градация между равным и средним предпочтением
3	Средняя степень предпочтения	Опыт эксперта позволяет считать одну из альтернатив немного предпочтительнее другой
4	Предпочтение выше среднего	Промежуточная граница между умеренно сильным и очень сильным предпочтением
5	Умеренно сильное предпочтение	Опыт эксперта позволяет считать одну из альтернатив явно предпочтительнее другой
6	Сильное предпочтение	Промежуточная градация между умеренно сильным и очень сильным предпочтением
7	Очевидное предпочтение	Опыт эксперта позволяет считать одну из альтернатив гораздо предпочтительнее другой: доминирование альтернативы подтверждено практикой
8	Очень сильное предпочтение	Промежуточная градация между очень сильным и абсолютным предпочтением
9	Абсолютное предпочтение	Очевидность подавляющей предпочтительности одной альтернативы над другой имеет неоспоримое подтверждение

Результаты заносятся в таблицу парных сравнений. Элементы таблицы a_{ij} , $i, j = 1$ представляют собой количественную оценку степени предпочтения i -го объекта, находящегося в j -й строке, по отношению к j -му объекту, находящемуся в i -ом столбце. При этом если $a_{ij} = \alpha$, то $a_{ji} = \frac{1}{\alpha}$. Если сравниваемые элементы имеют одинаковую относительную важность, то $a_{ij} = 1$, $a_{ji} = 1$ и, как следствие, $a_{ii} = 1$.

$$a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}, (i, j = 1, 2, \dots, n) \quad (2.1)$$

Количество сравнений определим по формуле:

$$N_{\text{срав}} = \frac{n(n-1)}{2}, \quad (2.2)$$

где n – количество сравниваемых элементов. Таким образом, таблицу парных сравнений можно представить в виде обратно симметричной матрицы:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & \alpha_{12} & \dots & \alpha_{1n} \\ 1/\alpha_{12} & 1 & \dots & \alpha_{2n} \\ \dots & \dots & 1 & \dots \\ 1/\alpha_{1n} & 1/\alpha_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (2.3)$$

Количество матриц парных сравнений зависит от количества рассматриваемых уровней, а также критериев и подкритериев. При наиболее простом варианте трёхуровневой иерархии необходимо произвести сравнение учитываемых критериев и рассматриваемых альтернатив.

При большом количестве критериев увеличиваются риски, связанные с противоречивостью степеней предпочтения, раздаваемых экспертами в ходе парного сравнения. Возникает необходимость проверки экспертных оценок на отсутствие противоречивости.

Все собственные значения идеально согласованной матрицы A равны нулю, кроме единственного наибольшего значения, равного n , обозначив которое через $\lambda_{\max}$ получим $\lambda_{\max} = n$ [105, с.6]. На практике добиться полной непротиворечивости (согласованности мнений экспертов) невозможно, поэтому величина a_{ij} будет отличаться от идеальных, тем самым будут иметь место небольшие колебания величин a_{ij} . Известно, что собственные значения матрицы A непрерывно зависят от величин a_{ij} , поэтому небольшие возмущения элементов положительной обратносимметричной матрицы приводят к незначительным изменениям собственных значений.

Отсюда можно сделать вывод, что нахождение весов объектов иерархии по полученной парными сравнениями матрице **A** заключается в определении собственного вектора **w**, соответствующего максимальному собственному значению, т. е. в решении уравнения:

$$Aw = \lambda_{max}w \quad (2.4)$$

Как уже было сказано выше, если матрица **A** является согласованной, то $\lambda_{max} = n$. В случае $\lambda_{max} > n$ величина отклонения $\lambda_{max} - n$ является мерой согласованности элементов матрицы. Данную величину выражают как индекс согласованности (ИС) и определяют по формуле:

$$ИС = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (2.5)$$

Оценка уровня согласованности происходит путём сравнения ИС со средним значением индекса случайной согласованности (СИ), который представляет собой ИС, сгенерированный случайным образом по шкале от 1 до 9 обратносимметричной матрицы с соответствующими обратными величинами. В работе [103] автором подсчитаны средние значения СИ для матриц, включающих до 15 критериев сравнения. Средние значения случайного индекса согласованности в зависимости от размерности матрицы представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Среднее значение индекса согласованности в зависимости от размера матрицы

Размер матрицы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
СИ	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

Значения СИ, приведённые в таблице 2.2, встречаются в большом количестве источников. Значения определялись автором на базе ста случайных выборок и являются применимыми для матриц, насчитывающих до 15 позиций сравнения. В настоящее время в работе [117] авторами представляется уточнённая таблица средних случайных значений индекса

согласованности, расширенная до размеров матрицы сравнений 100x100, полученная скорректированным методом расчёта.

Отношение согласованности определим по формуле:

$$OC = \frac{ИС}{СИ} \quad (2.6)$$

Отношение согласованности (ОС) характеризует то, насколько оцениваемая степень согласованности сходится со степенью согласованности самого неидеального эксперимента. Приемлемым считается значение, при котором $OC \leq 0,1$. В случае если $OC \geq 0,1$, необходима процедура пересмотра суждений.

Прямой алгоритм решения уравнения $Aw = \lambda_{max} w$ происходит в несколько этапов. Матрица A является идеально согласованной, т. е.:

$$A = \begin{pmatrix} v_1/v_1 & v_1/v_2 & \dots & v_1/v_n \\ v_2/v_1 & v_2/v_2 & \dots & v_2/v_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ v_n/v_1 & v_n/v_2 & \dots & v_n/v_n \end{pmatrix} = \left\{ \frac{v_i}{v_j} \right\} \quad i = \overline{1, n}, j = \overline{1, n} \quad (2.7)$$

На первом этапе построчно определим среднее геометрическое матрицы A по формуле:

$$\sqrt[n]{\prod_{j=1}^n \frac{v_i}{v_j}} = \frac{v_i}{\sqrt[n]{\prod_{j=1}^n v_j}} ; i = \overline{1, n} \quad (2.8)$$

Далее вычислим сумму средних геометрических:

$$\sum_{i=1}^n \frac{v_i}{\sqrt[n]{\prod_{j=1}^n v_j}} = \frac{\sum_{i=1}^n v_i}{\sqrt[n]{\prod_{j=1}^n v_j}} \quad (2.9)$$

После определим нормированное значение собственного вектора, путём деления среднего геометрического каждой строки матрицы A на сумму средних геометрических строк:

$$\frac{v_i}{\sqrt[n]{\prod_{j=1}^n v_j}} \bigg/ \frac{\sum_{i=1}^n v_i}{\sqrt[n]{\prod_{j=1}^n v_j}} = \frac{v_i}{\sum_{i=1}^n v_i}; i = \overline{1, n} \quad (2.10)$$

Процедура вычисления $\lambda_{\max}$ заключается в определении суммы элементов каждого столбца матрицы A и скалярного произведения векторов, которые в случае идеально согласованной матрицы соответствуют максимальному собственному числу:

$$\sum_{i=1}^n \frac{v_i}{v_j} = \frac{\sum_{i=1}^n v_i}{v_j}; j = \overline{1, n} \quad (2.11)$$

$$\sum_{i=1}^n \frac{v_i}{\sum_{i=1}^n v_i} \cdot \frac{\sum_{j=1}^n v_j}{v_i} = n \quad (2.12)$$

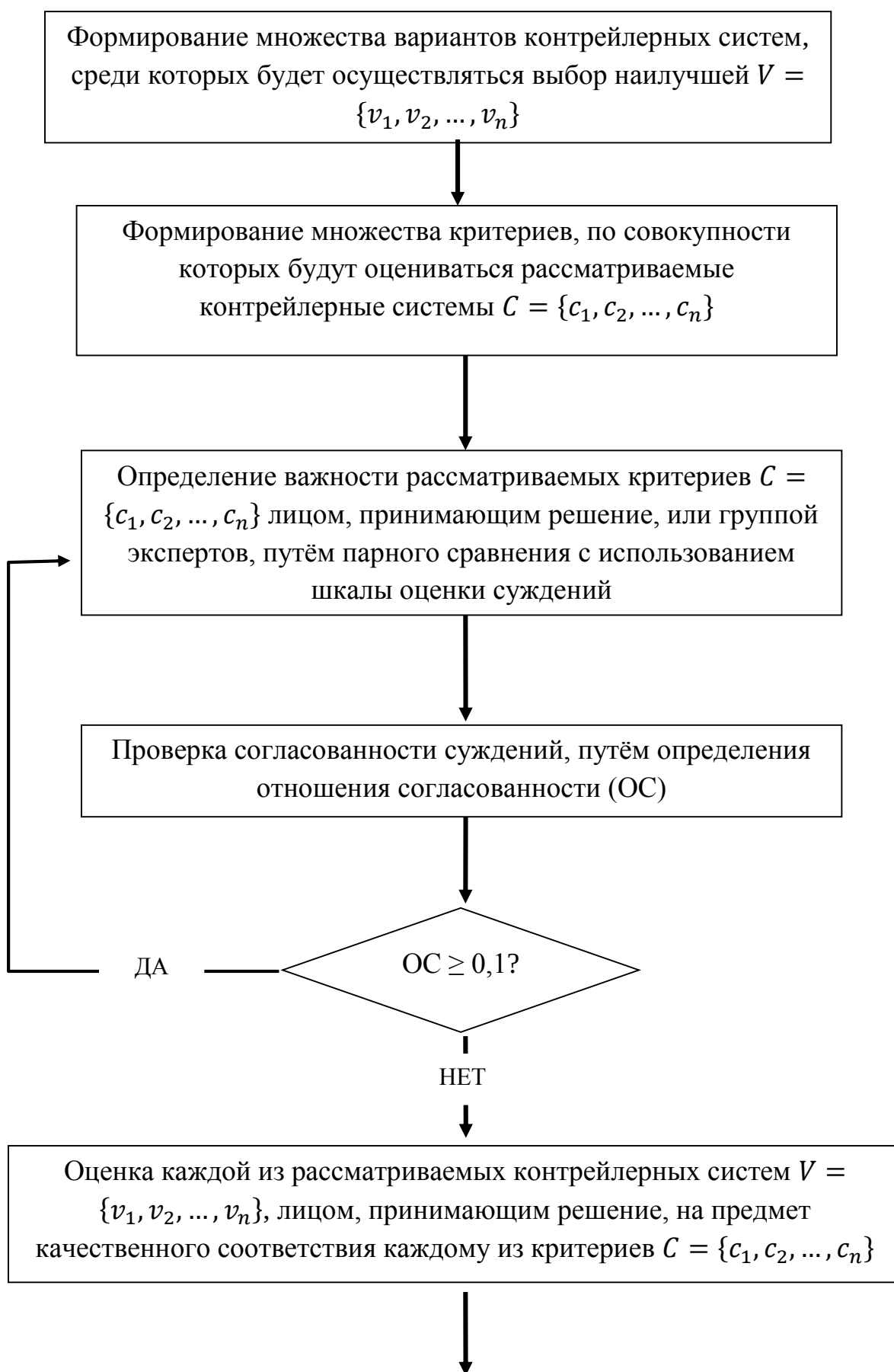
На последнем, заключительном этапе метода анализа иерархий реализуется принцип синтеза. Здесь производится оценка альтернатив с учётом всех критериев путём построения рейтингов. Это достигается путём определения суммы произведений весов рассматриваемых критериев и значения каждой из рассматриваемых альтернатив.

$$R_j = \sum_{i=1}^n w_i V_{ij}, \quad (2.13)$$

где w_i – вес i -ого критерия;

V_{ij} – вес j -й альтернативы по i -му критерию.

Резюмируем предлагаемый алгоритм, представив его в виде схемы, изображенной на рисунке 2.7.



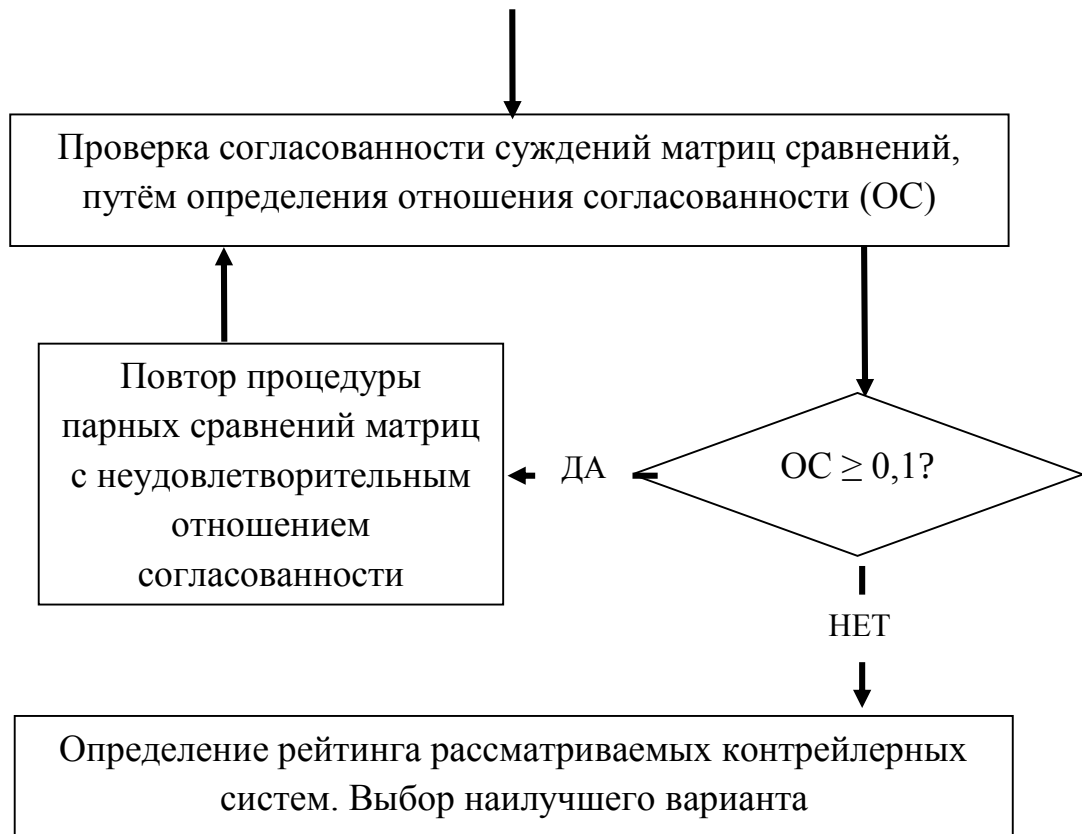


Рисунок 2.7 – Алгоритм многокритериального выбора методом анализа иерархий

Приведём пример выбора контррейлерной системы методом анализа иерархий.

Примем за множество альтернатив различные контррейлерные системы, приведённые в таблице 2.3, которые подлежат анализу, для последующего выбора наилучшего варианта $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$. Зададим множество критериев (таблица 2.3), по совокупности которых будем оценивать каждую из рассматриваемых альтернатив $C = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}$. Необходимо определить наилучшую альтернативу по совокупности рассматриваемых критериев.

На первом этапе решения задачи необходимо определить перечень рассматриваемых критериев. Полезно определить приемлемые диапазоны требований к критериям, так как это поспособствует упрощению решаемой задачи, путём исключения заведомо неподходящих вариантов. Например,

можно ограничить диапазон капитальных затрат, связанных с организацией работы контрейлерного терминала, определив верхний предел стоимости. При этом все неудовлетворяющие данному требованию альтернативы не попадут в формируемый перечень, из которого впоследствии будет произведен выбор наилучшей.

Таблица 2.3 – Контрейлерные системы и критерии их сравнения

Назв. / крит.	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15
Modalohr	3 млн €	355 000 €	0,05 €/км	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	60	АИ
CargoSpeed	2,3 млн €	120 000 €	0,06 €/км	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	55	АИ
Flexiwaggon	0 млн €	175 000 €	0,06 €/км	Вод-ль	-	+	-	+	-	+	-	+	-	56	АИ
CargoBeamer	1,2 млн €	105 000 €	0,063 €/км	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	54	АИ
13-9961	0	Ниже конк-тов	Ниже конк-тов	+	+	+/-	+	-	-	-	+	+	-	48	И

Выбор контрейлерной системы предлагается осуществлять по следующим критериям:

- K₁ – стоимость строительства терминала;
- K₂ – стоимость специализированного вагона;
- K₃ – стоимость эксплуатации;
- K₄ – количество персонала, участвующего в погрузочно-разгрузочных работах;
- K₅ – необходимость наличия дополнительного оборудования и техники, участвующей в погрузке и разгрузке состава;
- K₆ – возможность осуществления параллельной погрузки и выгрузки состава;
- K₇ – универсальность перевозки. Возможность осуществить как сопровождаемую, так и несопровождаемую перевозку;
- K₈ – наличие сложных технических узлов вагонов и терминалов, чувствительных к внешним условиям и имеющих ограничения по работе в определённых климатических зонах;

– K_9 – необходимость строгого позиционирования состава по фронту погрузки или выгрузки;

– K_{10} – возможность подключения перевозимого трейлера к электропитанию вагона для обогрева двигателя или поддержания необходимой температуры в прицепе;

– K_{11} – возможность перевозки транспортных контейнеров;

– K_{12} – возможность осуществления погрузочно-разгрузочных работ под контактным проводом;

– K_{13} – возможность автоматизированной смены колеи;

– K_{14} – количество вагонов в составе поезда;

– K_{15} – опыт эксплуатации системы (концепция, испытания, активное использование).

При проведении декомпозиции проблемы рассматриваемый набор критериев можно условно рассортировать на четыре блока (подцели), каждый из которых обладает определённым набором критериев:

- минимизация затрат;
- максимизация перерабатывающей способности;
- универсальность;
- удобство эксплуатации.

Первый блок включает в себя критерии инвестиционного характера, такие как стоимость строительства терминала (K_1) и стоимость специализированного вагона-платформы (K_2), критерии, влияющие на затраты производства, вызванные эксплуатацией терминала и техники (K_3 , K_5), а также оплатой труда (K_4). Зачастую данные критерии обратнозависимы, например, как правило, организация работы высокоавтоматизированной контрейлерной системы, не требующей большого количества сопутствующей техники и персонала, ведёт к существенному увеличению инвестиционных вливаний на этапе

проектирования и организации, но впоследствии позитивно отражается на экономической эффективности проекта, так как позволяет существенно сокращать затраты, связанные с покупкой, обслуживанием и эксплуатацией дополнительной техники, а также экономить на зарплатном фонде за счёт сокращения количества персонала, участвующего в обработке автопоездов.

Критерии второго блока косвенно или напрямую влияют на перерабатывающую способность (ПС) терминала. Под ПС будем понимать максимально возможное количество вагонов, обрабатываемых в контрейлерном терминале за сутки при оптимальном использовании терминальной инфраструктуры и технического оснащения. К ним можно отнести: возможность осуществления параллельной погрузки и выгрузки вагонов (K_6), возможность осуществления как сопровождаемой, так и несопровождаемой перевозки (K_7), максимальное количество вагонов в составе поезда (K_{14}) и возможность автоматизированной смены ширины колеи (K_{13}). Критерий K_6 характеризует скорость заполнения состава. Параллельная погрузка / выгрузка обеспечивает высокую автономность контрейлерной системы за счёт отсутствия зависимости от внешних технических условий, например, таких как производительность и занятость погрузочно-разгрузочных машин и т. д. Большое количество современных контрейлерных систем (Modalohr, CargoSpeed, CargoBeamer, Flexiwaggon и т. д.) позволяют осуществлять как фрагментарную, так и параллельную погрузку и выгрузку всего состава, тем самым позволяют экономить время его обработки. Организация контрейлерных перевозок в современных условиях должна ориентироваться в первую очередь на современные эффективные технологии, обеспечивающие существенный резерв производственных мощностей на случай повышения спроса на контрейлерную услугу. Из этого следует, что K_6 является одним из наиболее приоритетных критериев, поэтому целесообразнее рассматривать контрейлерные системы с возможностью параллельной погрузки.

Количество вагонов в составе контрейлерного поезда характеризует его вместимость и влияет на стоимость перевозки одной единицы груза K_{14} , а также увеличивает ПС терминала. Длина контрейлерного поезда ограничивается длиной принимающих путей, поэтому наиболее эффективными с точки зрения повышения ПС будут являться наиболее компактные вагоны.

Формат перевозки также оказывает существенное влияние на специфику и, как следствие, на ПС. При несопровождаемой перевозке водитель с тягачом покидает контрейлерный терминал, не дожидаясь процедуры погрузки прицепа на вагон-платформу, которая проходит при участии персонала терминала с использованием терминальных тягачей. Такие условия вынуждают увеличивать штат обслуживающего персонала, закупать и обслуживать дополнительную технику, увеличивать площади зон накопления прицепов и техники. Помимо этого, несопровождаемая перевозка увеличивает время грузовых операций с вагонами, за счёт увеличения количества встречных потоков техники в зоне погрузки, всевозможных дополнительных операций, таких как отцепление прицепов и т. д. Также при несопровождаемой перевозке возможно увеличение времени погрузки состава, так как количество параллельно загружаемых / разгружаемых вагонов будет ограничиваться количеством участвующих тягачей.

К третьему блоку критериев отнесем факторы, влияющие на диапазон предоставляемых услуг. Критерий K_7 характеризует количество потенциальных клиентов, так, вариативность сопровождения контрейлерной перевозки позволяет обеспечить заинтересованность в отправке, как в сегменте коротких дистанций, так и дальних перевозок. Технологии, позволяющие осуществлять сопровождаемую контрейлерную перевозку, более удобны на коротких дистанциях, а также при использовании контрейлерных перевозок в качестве паромного решения. С другой стороны, при перевозках на большие расстояния длительные пассивные пробеги

тягача в качестве груза являются крайне нежелательными, так как, со стороны отправителя, ведут к «омертвлению» средства труда по причине невозможности его активного использования в производственных процессах и к удорожанию перевозки, потому как имеется необходимость создавать дополнительные условия для водителей, увеличивается вес нетто поезда и т. д.

Некоторые контрейлерные технологии имеют конструкционные особенности подвижного состава, которые требуют организации специфических инфраструктурных условий, необходимых для осуществления погрузочно-разгрузочных работ. Зачастую различные узлы и агрегаты таких систем представляют собой сложные инженерно-технические решения, что накладывает определённые ограничения в их использовании. Например, присутствие пневматических и гидравлических приводов в конструкции грузового фронта и вагонов накладывает ограничения при использовании в отрицательных температурах. Поэтому, учитывая географию контрейлерных перевозок «пространства 1520» и потенциал их развития, имеется необходимость рассматривать при анализе критерий K_8 .

Критерий K_{11} характеризует универсальность использования подвижного состава с точки зрения возможности перевозки транспортных контейнеров. Осуществимость контейнерной перевозки позволит снизить долю порожнего пробега по отношению к груженому и, как следствие, повысит эффективность перевозок.

Факторы четвёртого блока косвенно характеризуют рассматриваемые системы с точки зрения удобства эксплуатации и сложности. Критерий K_9 учитывает необходимость точного позиционирования состава по фронту грузовых работ, которая присутствует в некоторых контрейлерных системах. Данная процедура усложняет маневровые работы и требует участия дополнительного персонала, что отрицательно влияет на эффективность работы терминала. K_{10} принимает в расчёт возможность подключения

перевозимого прицепа к электропитанию вагона с целью удовлетворения различных потребностей, возникающих при перевозках специализированных грузов. Например, обеспечение электропитанием холодильных установок рефрижераторных прицепов.

Погрузочно-разгрузочные работы могут осуществляться как горизонтально, так и вертикально. Последний вариант более неудобен, так как не допускает электрификацию фронта работ. С данной точки зрения наиболее удобными в эксплуатации являются системы, позволяющие осуществлять погрузочно-разгрузочные работы под проводом контактной сети. Данную возможность будем учитывать с помощью K_{12} .

Количество критериев, учитываемых при выборе, может быть любым, но необходимо понимать, что излишне большой набор существенно усложнит решение задачи, а многие из рассматриваемых критериев не будут оказывать существенного влияния на итоговый результат. С другой стороны, малое количество рассматриваемых критериев приведёт к снижению точности рейтинга.

Множество альтернатив контрейлерных систем, среди которых будет производиться выбор наилучшей, также должно быть сформировано достаточно компактно, т. е. исключать явно неудовлетворительные варианты. Например, последние 10–15 лет тренды рынка контрейлерных технологий показывают, что современные транспортные компании, занимающиеся организацией контрейлерных перевозок, отказываются от систем с вертикальной погрузкой и не позволяющих произвести этот процесс параллельно. Это обусловлено следующими причинами: во-первых, вертикальная погрузка диктует особые требования к прицепах и тем самым существенно сокращает диапазон спроса на услугу, а во-вторых – отсутствие возможности параллельной погрузки / выгрузки негативно отражается на производительности терминала. Поэтому осуществлять выбор наилучшей

контрейлерной системы целесообразно только среди вариантов, обеспечивающих:

- параллельную или частично параллельную (фрагментарную) погрузку / разгрузку;
- только горизонтальную погрузку и выгрузку.

Опишем связи предложенной выше декомпозиции с помощью иерархии, представленной на рисунке 2.8.

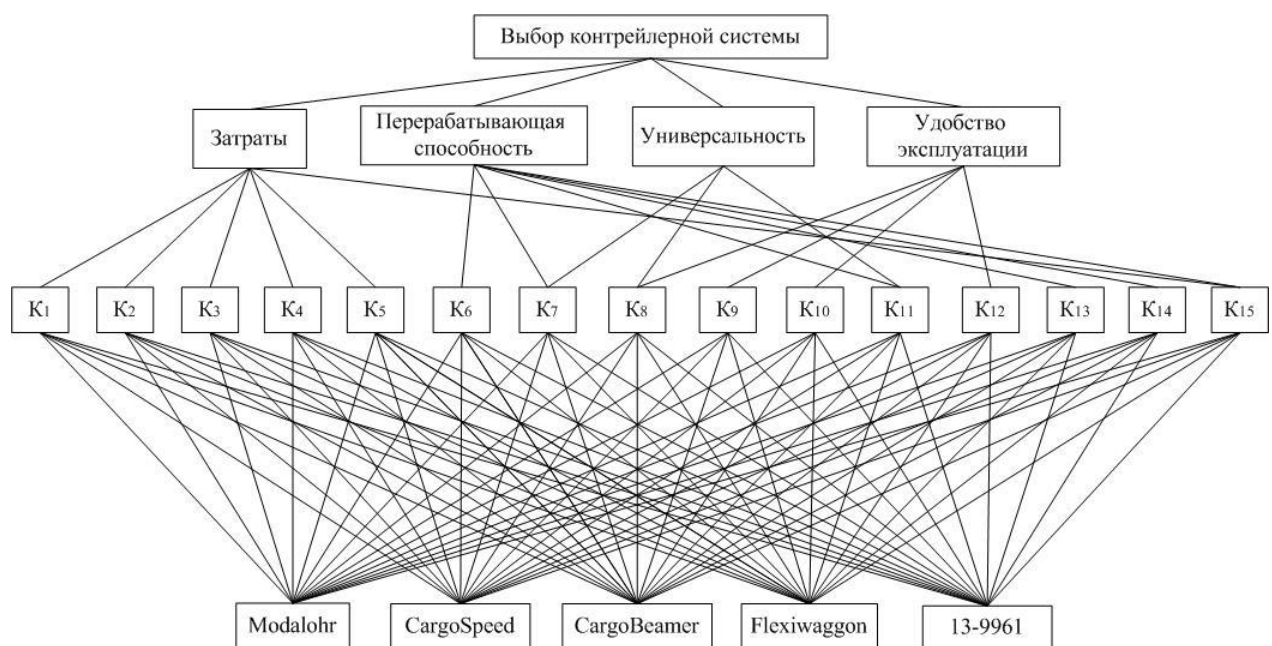


Рисунок 2.8 – Иерархическое представление процедуры выбора контрейлерной системы

На первом этапе процедуры сравнения необходимо определить важность каждого из рассматриваемых блоков критериев по отношению к цели (вершине иерархии). Для этого, пользуясь шкалой значений, приведённой в таблице 2.1, оценим каждый из рассматриваемых блоков по отношению к другим. Результаты сведём в таблицу 2.4.

Таблица 2.4 – Расчёт весов блоков критериев

Блок критериев	Затраты	Пер. способность	Универ-ть	Уд. эксп.	Вес
Затраты	1	1/5	1/2	4	0,139
Перерабатывающая способность	5	1	4	6	0,589
Универсальность	2	1/4	1	5	0,218
Удобство эксплуатации	1/4	1/6	1/5	1	0,055

Представив табличные значения в виде матрицы A , определим максимальное собственное значение ($\lambda_{max} = 4,222$) и индекс согласованности по формуле (4):

$$ИС = \frac{4,22 - 4}{4 - 1} = 0,074$$

Так как размерность матрицы равна 4, среднее значение индекса согласованности, согласно таблице 2.2, составит 0,9. Определим отношение согласованности по формуле (5):

$$ОС = \frac{0,074}{0,9} = 0,082$$

Так как отношение согласованности не превышает 0,1, найдённое значение будет являться приемлемым. Аналогичным образом произведём сравнения элементов иерархии на различных уровнях.

Определим важность критериев, рассматриваемых в рамках конкретных блоков, и занесём результаты в таблицы 2.5–2.8.

Таблица 2.5 – Расчёт весов критериев блока «Затраты»

Блок «Затраты»	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₁₅	Вес
K ₁	1	1	1/5	1/5	1/5	4	0,065
K ₂	1	1	1/7	1/6	1/6	6	0,069
K ₃	5	7	1	1	1	9	0,297
K ₄	5	6	1	1	1	6	0,272
K ₅	5	6	1	1	1	5	0,268
K ₁₅	1/4	1/6	1	1/6	1/5	1	0,029
$\lambda_{\max} = 4,222$		СИ = 1,24		ИС = 0,087		ОС = 0,070	

Таблица 2.6 – Расчёт весов критериев блока «Перерабатывающая способность»

Блок «Перерабатывающая способность»	K ₆	K ₇	K ₁₁	K ₁₃	K ₁₄	K ₁₅	Вес
K ₆	1	4	4	7	5	7	0,453
K ₇	1/4	1	4	3	4	5	0,239
K ₁₁	1/4	1/4	1	5	3	4	0,144
K ₁₃	1/7	1/3	1/5	1	1/2	2	0,051
K ₁₄	1/5	1/4	1/3	2	1	4	0,079
K ₁₅	1/7	1/5	1/4	1/2	1/4	1	0,035
$\lambda_{\max} = 6,568$		СИ = 1,24		ИС = 0,114		ОС = 0,092	

Таблица 2.7 – Расчёт весов критериев блока «Универсальность»

Блок «Универсальность»	K_7	K_8	K_{11}	Вес
K_7	1	5	7	0,731
K_8	1/5	1	3	0,188
K_{11}	1/7	1/3	1	0,081
$\lambda_{\max} = 3,066$		СИ = 0,58	ИС = 0,033	ОС = 0,057

Таблица 2.8 – Расчёт весов критериев блока «Удобство эксплуатации»

Критерии блока «Удобство эксплуатации»	K_8	K_9	K_{10}	K_{12}	Вес
K_8	1	3	1/4	5	0,242
K_9	1/3	1	1/5	3	0,115
K_{10}	4	5	1	6	0,586
K_{12}	1/5	1/3	1/6	1	0,057
$\lambda_{\max} = 4,223$		СИ = 0,9	ИС = 0,074	ОС = 0,083	

Произведём последовательную оценку рассматриваемых альтернатив по отношению к каждому критерию. Результаты расчётов представлены в приложении 1.

Итоговые веса элементов иерархии выбора контрейлерной системы приведены на рисунке 2.10.

Для наглядного отображения результатов вычислений рейтингов контрейлерных систем представим их в виде диаграммы на рисунке 2.9.

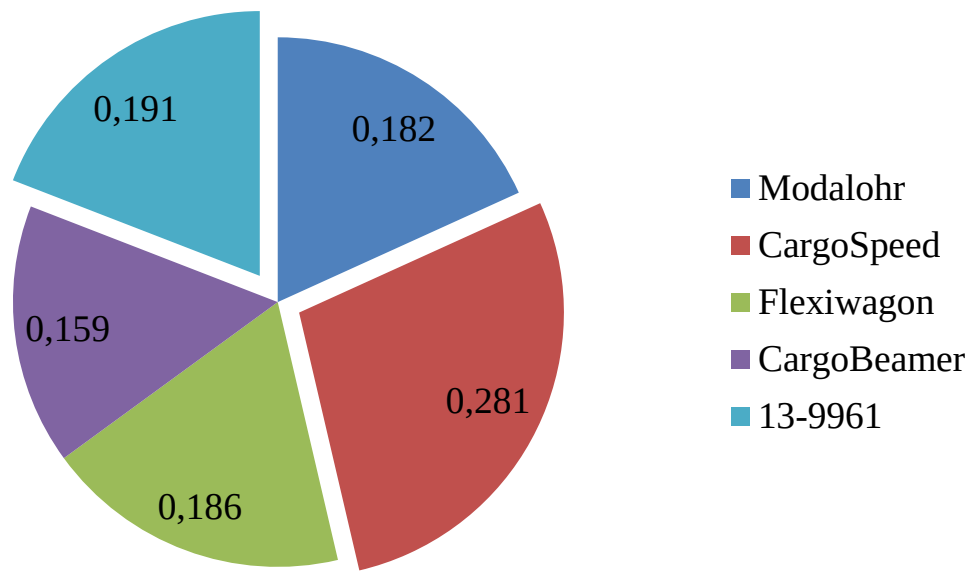


Рисунок 2.9 – Результаты вычислений рейтингов контейнерных систем

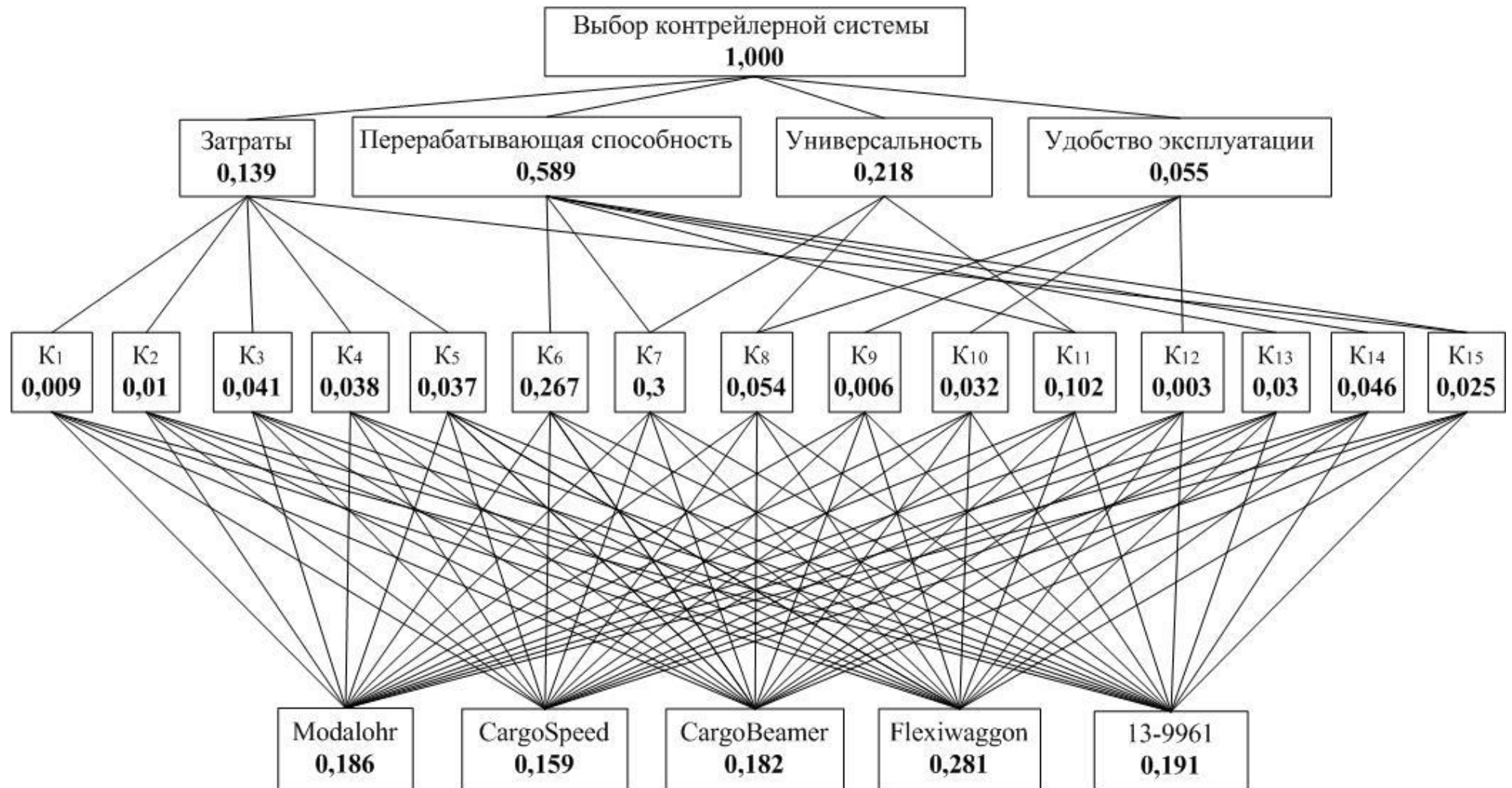


Рисунок 2.10 – Полученные веса значимости элементов иерархии выбора контроллерной системы

Как видно, наиболее предпочтительным вариантом контрейлерной системы, по совокупности рассматриваемых критериев, является шведская контрейлерная система Flexiwaggon (см. §1.2). Существенным преимуществом данного варианта является отсутствие необходимости строительства специализированных контрейлерных терминалов на всем маршруте следования и, как следствие, экономия затрат при организации перевозок и обслуживании терминальной инфраструктуры. Помимо этого, система позволяет осуществлять параллельные погрузочно-разгрузочные работы силами одного водителя, не привлекая дополнительного персонала или техники.

В транспортных узлах с интенсивной грузовой и коммерческой работой, для эффективной организации работы системы, необходима организация специализированной контрейлерной площадки, тогда как в промежуточных пунктах, с небольшими объёмами спроса на данную услугу, достаточно небольшой модернизации принимающих железнодорожных станций. Это существенно упрощает организацию контрейлерного сообщения и делает его более адаптивным, т. е. обеспечивает возможность более оперативного реагирования при колебаниях спроса на услугу на внешних транспортных рынках и организации новых маршрутов или корректировки уже использующихся, в соответствии с требованиями рынка.

В условиях нестабильного и плохо прогнозируемого спроса на контрейлерные перевозки, с точки зрения бизнес-стратегии высокая адаптивность контрейлерной системы является большим преимуществом. В совокупности с высокой производительностью и низким уровнем постоянных затрат, связанных с оплатой труда специализированного персонала и обслуживанием технически сложной терминальной инфраструктуры, варианты автономных контрейлерных систем, подобные Flexiwaggon (см. §1.2) являются наиболее рациональными.

Выводы по второй главе

1. Эффективность современных смешанных перевозок зависит от качества взаимодействия участвующих видов транспорта в транспортно-грузовых терминалах. Современное логистическое обслуживание предполагает оказание широкого спектра услуг в одном месте, в связи с чем существует тенденция интегрирования всё большего количество логистических функций внутри транспортно-грузового терминала. В связи с этим современный транспортный терминал зачастую является самостоятельной широкоассортиментной логистической единицей, не замыкающейся на складировании и распределении грузов и оказывающей весь спектр транспортно-экспедиционных и складских услуг.

2. Анализ типовых технологических процессов эксплуатации контрейлерного терминала показал сложность и многовариантность процедур обслуживания грузовых автотранспортных средств. В связи с этим в работе сформулированы три схемы внутритерминальных перемещений автопоезда с последующей заменой прицепа, с последующим отправлением тягача без прицепа и перемещения тягача с последующим отправлением с прицепом. Необходимо отметить, что организация эффективного функционирования контрейлерного терминала зависит от планировки и зонирования терминальной площадки, а также рациональной внутритерминальной маршрутизации, минимизирующей количество встречных потоков автотранспортных средств и техники.

3. Организация работы объектов транспортной инфраструктуры зачастую происходит в условиях неопределённости, т. е. ограниченного объёма информации, большого количества различных мнений, отсутствия статистических данных, невозможности произвести точный расчёт и оценить последствия принимаемых решений и т. д.

Вышеперечисленными условиями обусловлена необходимость поиска эффективных инструментов принятия управленческих решений на этапе организации контрейлерных перевозок. Вариативность современного рынка контрейлерных технологий с одной стороны позволяет подобрать контрейлерную систему, наиболее полно удовлетворяющую специфике потребления транспортных услуг в регионе, а с другой усложняет процедуру выбора конкретного варианта. Этим обусловлена необходимость разработки многокритериальных инструментов выбора контрейлерной системы, учитывающих специфику потребления транспортных услуг в регионе.

4. На основе метода анализа иерархий в работе предложен алгоритм многокритериального выбора контрейлерной системы. Для этого сформулированы и теоретически обоснованы 15 критериев характеризующих различные качества рассматриваемых контрейлерных систем. Приведен пример выбора наилучшего из пяти вариантов контрейлерных систем.

5. Анализ полученных результатов позволяет заключить, что в транспортных узлах с интенсивной грузовой и коммерческой работой, для эффективной организации работы системы, необходима организация специализированной контрейлерной площадки, тогда как в промежуточных пунктах, с небольшими объёмами спроса на данную услугу, достаточно небольшой модернизации принимающих железнодорожных станций. Это существенно упрощает организацию контрейлерного сообщения и делает его более адаптивным, т. е. обеспечивает возможность более оперативного реагирования при колебаниях спроса на услугу на внешних транспортных рынках и организации новых маршрутов или корректировки уже используемых, в соответствии с требованиями рынка.

В условиях нестабильного и плохо прогнозируемого спроса на контрейлерные перевозки, с точки зрения бизнес-стратегии высокая адаптивность контрейлерной системы является большим преимуществом.

ГЛАВА 3. МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ КОНТРЕЙЛЕРНЫХ ПЕРЕВОЗОК

3.1 Организация контрейлерных перевозок с позиции использования средств многоподходного имитационного моделирования

Современная мировая практика организации производства на транспорте характеризуется интенсивным использованием инструментов моделирования. Это особенно актуально на начальном этапе определения основных параметров производства, количества технологического оборудования, его состава и т. д. Основными целями моделирования являются:

- обоснование выбора организационно-технологической схемы производства;
- оценка эффективности взаимодействия различных звеньев производственной цепи;
- изучение поведения транспортных и материальных потоков при экстремальных показателях загруженности производственного оборудования.

Под моделью понимается упрощённое представление реального предмета, процесса или явления в виде системы, изучением которой достигается исследование предмета моделирования.

По способу отображения действительности выделяют эвристические, натурные и математические модели.

С точки зрения обоснования организационно-технологической схемы наиболее целесообразным представляется применение математических аналитических моделей, построение которых возможно при обозримом количестве параметров и линейном поведении системы.

Контрейлерный терминал – сложная стохастическая система с большим количеством учитываемых параметров и причинно-следственных связей, зачастую с неочевидными зависимостями и нелинейным поведением.

Для наглядности рассмотрим упрощённый пример одноканальной системы. Пусть в контрейлерный терминал прибывает λ автопоездов в час, а процедура приёма и проезда в терминал через единственный контрольно-пропускной пункт занимает в среднем b минут. Тогда аналитическое определение среднего времени ожидания в очереди, для пуассоновского потока заявок (прибывающих с постоянной интенсивностью и независимых друг от друга) и экспоненциального времени распределения, составит [4, с.121]:

$$w = \frac{\lambda b^2}{1 - \lambda b}, \quad (3.1)$$

где λ – интенсивность входного потока автопоездов;

b – среднее время обслуживания.

В действительности распределение времени приёма автопоездов не происходит по экспоненциальному закону и выглядит более сложным, так как в некоторых случаях требуется дополнительное время на сверку документов, уточнение данных у водителя, предоставление водителем дополнительных сведений и т. д. Изучение такой системы вынуждает учитывать вариации времени обслуживания прибывающих транспортных средств. В этом случае среднее время ожидания будет иметь вид:

$$w = \frac{\lambda b^2(1 + C_b^2)}{2(1 - \lambda b)}, \quad (3.2)$$

где C_b – коэффициент вариации времени обслуживания автопоезда.

Теперь представим, что каналов обслуживания (в нашем случае контрольно-пропускных пунктов) несколько. Такая система представляет собой многоканальную СМО, что существенно усложнит поиск решения. С учётом экспоненциально распределённого времени обслуживания и пуассоновского потока клиентов решение, согласно работе [4, с.127], определяется следующим образом:

$$w = \frac{\lambda b^2}{K(1 - \rho)} \quad (3.3)$$

где $\rho = \frac{\lambda b}{K}$ – коэффициент использования системы;

K – число контрольно-пропускных пунктов.

Тогда вероятность занятости всех контрольно-пропускных пунктов можно представить в виде:

$$P = \frac{(K\rho)^K}{K!(1 - \rho)} P_0, \quad (3.4)$$

а вероятность отсутствия принимающихся на контрольно-пропускных пунктах автопоездов как:

$$P_0 = \left[\frac{(K\rho)^K}{K!(1 - \rho)} + \sum_{i=0}^{K-1} \frac{(K\rho)^i}{i!} \right]^{-1}, \quad (3.5)$$

где i – число требований.

Данный пример наглядно показывает, что любое изменение процесса или попытка его приближения к реальности будут отменять полученные ранее решения, а увеличение учитываемых параметров в конечном счёте приведёт к невозможности отыскания решения аналитическим способом.

В действительности процессы, проходящие внутри контрейлерного терминала, выглядят ещё более сложными, например:

- количество свободных под погрузку вагонов в прибывающем поезде непостоянно;
- в зависимости от типа перевозки (сопровождаемая или несопровождаемая) требуется различное количество времени для осуществления погрузки и выгрузки;
- разная интенсивность прибытия контрейлерных поездов и автопоездов в зависимости от времени суток, дня недели, времени года и т. д.

В настоящее время единственным инструментом качественного анализа подобных сложных систем является имитационное моделирование.

Имитационное моделирование – это метод, позволяющий строить модели, описывающие и воспроизводящие поведение реального процесса, проходящего в действительности.

Современные программные продукты в области имитационного моделирования позволяют осуществлять выполнение экспериментов, которые необходимы для:

- получения и сбора статистики по работе модели;
- определения «узких мест» и выявления альтернатив или вариантов их ликвидации.

Изменение скорости модельного времени позволяет анализировать и наблюдать динамику как быстро изменяющихся систем, так и систем с медленной зависимостью. Результаты экспериментов с моделью позволяют сформулировать рекомендации по организации производства.

Применение имитационного моделирования особенно актуально в больших сложных проектах, исключающих проведение эксперимента по причине его невозможности, опасности или дороговизны, необходимости проанализировать работу модели во времени, а также невозможности построения аналитической модели (т. е. имеются причинные связи,

присутствуют стохастические переменные, большое количество учитываемых параметров, нестандартное поведение и т. д.).

В случае с моделированием контрейлерных перевозок использование инструментов имитационного моделирования возможно на различных уровнях абстракции, начиная с моделирования погрузочной работы и процедуры приёма на контрольно-пропускном пункте и заканчивая рассмотрением контрейлерного терминала, как одного из элементов транспортной системы региона или государства.

С точки зрения масштаба и количества учитываемых деталей моделируемых процессов можно выделить три уровня имитационного моделирования: стратегический, тактический и оперативный (см. таблицу 3.1).

Примеры применения имитационного моделирования работы контрейлерного терминала по уровням детализации приведены в таблице 3.1. Таблица 3.1 – Имитационное моделирование работы контрейлерного терминала по уровням детализации

Стратегическое моделирование высокого уровня абстракции	– перемещение контрейлерных поездов между терминалами внутри региона; – работа контрейлерных терминалов региона или дороги
Тактическое моделирование среднего уровня абстракции	– прибытие, отправление, погрузка и разгрузка состава; – взаимодействие различных звеньев контрейлерного терминала в процессе производства; – перемещение персонала, автопоездов и техники внутри терминала; – взаимодействие АСУ
Оперативное	– погрузка и выгрузка автопоездов;

моделирование низкого уровня абстракции	– приёмка автопоездов; – работа отдельных участков терминала; – приём и оформление заказов
---	--

Стратегический уровень моделирования на основе анализа поведения исследуемого объекта на макроуровне позволяет определять стратегию работы терминала, с учётом достижения желаемых целей, на несколько лет вперед. Данный уровень предполагает учёт минимального количества деталей и предназначен для моделирования управления проектом контрейлерного терминала в условиях рынка.

Тактическое моделирование – уровень, позволяющий моделировать крупные процессы взаимодействия различных звеньев производственной цепи, т. е. работу нескольких функциональных зон (например, приёмки автопоездов и парковки; перемещения персонала, техники и автопоездов по территории терминала и т. д.), а также всего производства в целом.

Оперативный уровень моделирования, учитывая большое количество деталей, имитирует микропроцессы, происходящие внутри производства. Например, процедуру оформления документов, перемещение автопоезда в зоне парковки, прохождение транспортных средств через процедуру взвешивания и т. д.

В современном имитационном моделировании выделяют три принципиально разных подхода моделирования:

- системная динамика;
- дискретно-событийное моделирование;
- агентное моделирование.

Наиболее ранним из перечисленных подходов является системная динамика. Появление данного метода было обусловлено необходимостью изучения взаимодействия сложных бизнес-систем и их поведения во

времени. Системная динамика исключает возможность учёта отдельных элементов процесса, что делает его применение возможным только на высоком уровне абстракции (т. е. при малом количестве учитываемых деталей). Модель, построенная на принципах системной динамики, характеризуется наличием элементов (накопителей, потоков, каналов, переменных и т. д.), представляющих некоторые её свойства. В основе концепции лежит представление функционирования системы как совокупности материальных, информационных, финансовых потоков. Системно-динамическая модель строится на выявлении причинно-следственных связей между состояниями элементов системы, а также описании отношений между этими состояниями. Пример схемы системно-динамической модели работы контроллерного терминала приведён на рисунке 3.1.

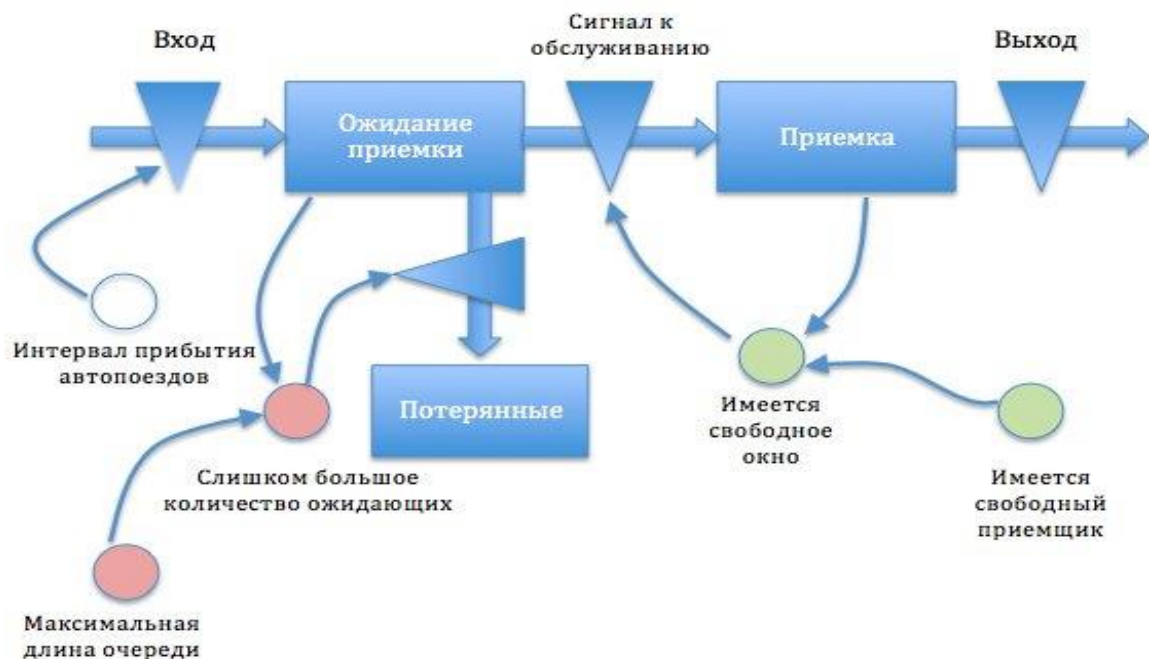


Рисунок 3.1 – Системно-динамическая модель приёма транспортного средства на контрольно-пропускном пункте терминала с ограниченным временем ожидания

Системная динамика учитывает глобальные причинные зависимости и на основе правил и обратных связей демонстрирует обмен потоками заявок (автопоездов) между накопителями (например, функциональными зонами контрейлерного терминала).

Данный метод применим только на высоких уровнях абстракции, при которых основной целью является изучение поведения системы в зависимости от динамики обратных связей, интенсивности потоков и т. д.

Следующим подходом имитационного моделирования является дискретно-событийное моделирование, в котором моделируемый процесс представляется как хронологическая последовательность событий (прибытие автопоезда, задержка на контрольно-пропускных пунктах, следование в зону ожидания, взвешивание, отцеп тягача от прицепа и т. д.), изменяющих состояния системы над обслуживаемыми заявками (автопоездами, терминальными тягачами и т. д.).

Данный подход широко используется в моделировании производства, как систем массового обслуживания, на среднем и высоком уровне детализации. Реализация дискретно-событийных моделей происходит за счёт проблемно-ориентированных языков программирования или библиотек высокоуровневых языков.

Современное программное обеспечение дискретно-событийного моделирования позволяет изменять основные переменные системы и экспериментировать с длиной очередей, интенсивностью и количеством поступления заявок в систему, длительностью обслуживания, а также отслеживать реакцию системы на эти изменения в части длины очередей, среднего времени обслуживания, средней занятости ресурсов и т. д.

Дискретно-событийная модель представляет собой диаграмму, состоящую из специальных блоков, осуществляющих появления заявок, задержки, распределения, обслуживания, перемещения, захват ресурсов и т. д. Данные блоки в течение нулевого модельного времени генерируют

некоторые события, последствиями которых могут быть изменения в модели и планирование других событий в будущем. Реальными примерами таких событий могут быть: появление автопоездов перед контрольно-пропускными пунктами терминала, приёмка автопоезда, взвешивание, замер габаритов, парковка, расцеп тягача и прицепа, погрузка в вагон, закрепление автопоезда на вагоне и т. д.

Пример предлагаемой структуры дискретно-событийной модели работы контрейлерного терминала с низким уровнем детализации, реализованный в среде AnyLogic, представлен на рисунке 3.2.

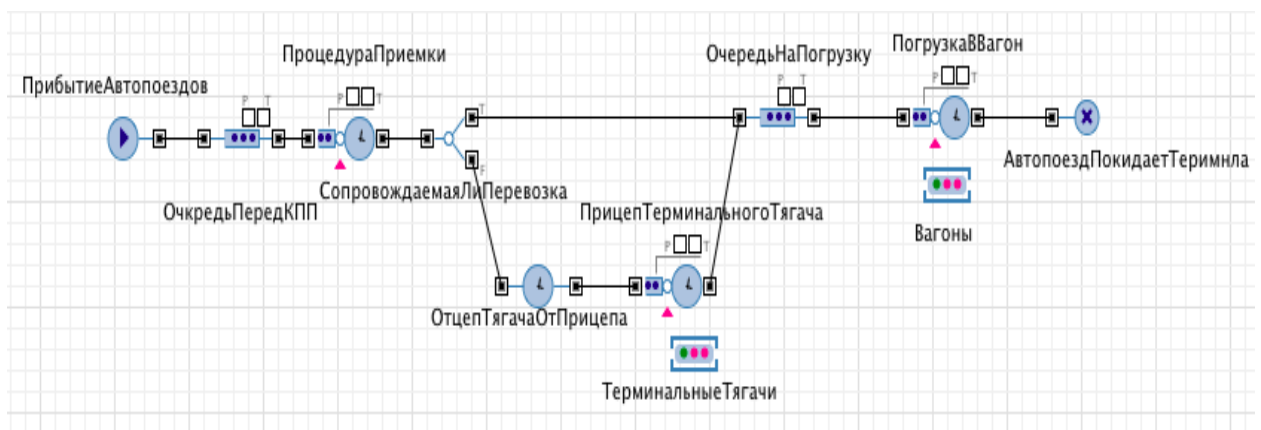


Рисунок 3.2 – Структура дискретно-событийной модели работы контрейлерного терминала с низким уровнем детализации, реализованной в среде AnyLogic

Данный подход обеспечивает высокую детализацию работы среды перемещения заявки, но является неприменимым в задачах с описанием большого количества уникальных поведенческих свойств различных заявок в системе. Фактически смоделировать работу контрейлерного терминала, принимающего к обслуживанию различные транспортные средства с различным типом перевозок и, соответственно, с различным поведением внутри системы, используя только инструментарий дискретно-событийного моделирования, невозможно.

Последним, широко используемым в настоящее время, подходом имитационного моделирования является агентное моделирование. Под агентным моделированием понимают *метод имитационного моделирования, исследующий поведение децентрализованных агентов и то, как это поведение определяет поведение всей системы в целом* [80].

В качестве агентов могут выступать сотрудники терминала, автопоезда, прицепы, терминальные тягачи, водители и т. д. Все эти объекты обладают специфическим поведением, обусловленным набором личных, присущих им правил, руководствуясь которыми они взаимодействуют с окружающей их средой. Индивидуальное поведение различных агентов определяет поведение всей системы в целом. Агентное моделирование позволяет изучать совокупность сложных процессов, происходящих внутри системы.

В зависимости от целей моделирования, уровня желаемой детализации и исходных данных, моделирование работы контрейлерного терминала осуществляется конкретными подходами имитационного моделирования. Многоподходное моделирование предполагает использование разнообразных по сочетанию подходов архитектур моделей. При моделировании сложных транспортных объектов зачастую встаёт вопрос определения границ модели. Комбинация подходов с различным уровнем детализации позволяет разработчику подобрать естественный способ представления для каждого компонента моделируемой системы [12].

Приведём несколько примеров моделирования работы контрейлерного терминала.

Функционирование контрейлерного терминала представляет собой сложную производственную последовательность событий, которые совершаются над поступающими заявками (автопоездами, прицепами и т. д.) и различаются в зависимости от типа прибывшего к обслуживанию автопоезда, вида контрейлерной перевозки, занятости обслуживающих каналов и т. д. Поскольку работу контрейлерного терминала можно

представить в виде процесса, то наиболее очевидным подходом является дискретно-событийное моделирование, но так как внутри рассматриваемой системы присутствует большое количество объектов с различным поведением, построение адекватной модели невозможно без использования агентного подхода.

Работа контрейлерного терминала в масштабах региона и его взаимодействие с другими объектами транспортной инфраструктуры не требуют высокой детализации при моделировании. В данном случае необходимо учитывать глобальные причинные зависимости и связи. Например, при моделировании перемещения контрейлерных поездов между терминалами, размещёнными в рамках одной дороги или региона, необходимо учитывать пропускную способность транспортной инфраструктуры, мощность принимающих к обслуживанию терминалов, а такими показателями, как время процедуры взвешивания, разгон и торможение терминального тягача или погрузка трейлера на платформу, рационально пренебречь. В данном случае соответствие моделируемой системы реальной будет достаточно низким. Для повышения адекватности разрабатываемой модели целесообразно учитывать данные об индивидуальных объектах этой системы. Это достигается путём сочетания двух подходов: агентного моделирования и системной динамики.

Первый и второй случай наглядно демонстрируют необходимость использования различных комбинаций подходов моделирования.

Большинство современных программных продуктов в области имитационного моделирования не позволяют сочетать различные подходы. Зачастую сложные модели, разрабатываемые с использованием данного программного обеспечения, не соответствуют реальным объектам. Единственным инструментом, поддерживающим многоподходное имитационное моделирование на данный момент, является среда AnyLogic, разработанная компанией The AnyLogic Company.

Модель, разработанная в данной среде, представляет собой Java-программу, что делает её мультиплатформенной, т. е. поддерживаемой на большинстве операционных систем. Запуск готовых моделей возможен с любого браузера, что при необходимости существенно упрощает их распространение, а также позволяет размещать их в сети Интернет.

Преимущество использования данного продукта для моделирования железнодорожных процессов обусловлено наличием встроенной железнодорожной библиотеки, позволяющей эффективно моделировать работу объектов железнодорожного транспорта разных уровней сложности. Интеграция данной библиотеки с другими библиотеками позволяет изучать взаимную работу терминального оборудования, персонала, поездов, грузовиков в совокупности.

Резюмируя, можно сделать вывод, что принятие решений в области организации, реорганизации, оптимизации сложного производства, каким, безусловно, являются контрейлерные перевозки, не может основываться на опыте, интуиции и стандартных математических моделях, а требует применения новых средств анализа и оценки эффективности. Одним из таких инструментов является использование различных средств имитационного моделирования, которое позволяет оценить влияние изменений различных параметров на работу системы и выбирать наиболее рациональное решение из диапазона всех возможных. Разработка адекватной модели сложного производства зачастую нереализуема в рамках одного подхода и требует комбинирования агентного моделирования, системной динамики и дискретно-событийного подхода.

Использование имитационных моделей на этапах организации и реорганизации производства существенно сокращает затраты и снижает риски, связанные с принятием неверного решения.

3.2 Имитационная модель формирования региональной сети контрейлерных терминалов

В современных условиях, несмотря на ряд попыток, существует мало предпосылок для внедрения и активного использования контрейлерных перевозок на территории Российской Федерации. Поэтому определение наиболее благоприятных условий организации контрейлерных перевозок является одной из фундаментальных задач.

Развитие контрейлерных перевозок в России в настоящее время сталкивается со следующими основными проблемами: недостаточная приспособленность имеющегося на «пространстве 1520» железнодорожного подвижного состава для контрейлерных перевозок; неразвитость системы контрейлерных терминалов; отсутствие правовой и методической базы организации и тарификации контрейлерных перевозок; недостаточная согласованность действий перевозчиков и экспедиторов по обеспечению требований грузовладельцев к своевременности и сохранности перевозок [5, 50]. Решению последней проблемы, как правило, уделяется недостаточно внимания, несмотря на то что комбинирование железнодорожных с автомобильными перевозками позволяет значительно повысить показатели качества транспортного обслуживания грузовладельцев [96, 97, 94] и тем самым сократить суммарные логистические издержки.

Ценообразование на услуги контрейлерной перевозки является многокомпонентным и зависит от большого количества факторов. Учитывая потенциальную необходимость в дотациях и региональную значимость контрейлерных перевозок, актуальным является вопрос минимизации суммарных затрат на удовлетворение всего регионального спроса на перевозки.

На региональном уровне перечисленные проблемы сводятся к решению задач оценки потенциального спроса на контрейлерные перевозки в регионе с последующим определением рациональных параметров контрейлерного терминала и рационального места его расположения.

Результаты всестороннего анализа существующих методов оценки спроса на логистические услуги и логистическую инфраструктуру, представленные в работах [93, 94], позволяют сделать вывод об эффективности использования метода имитационного моделирования. Основным достоинством данного метода для решения поставленных задач является возможность учёта множества факторов, определяющих потребность в контрейлерных перевозках и влияющих на эффективность их осуществления. В настоящее время известны три основных подхода к построению имитационных моделей: системно-динамический; дискретно-событийный; агентный. Несмотря на то, что большинство задач по исследованию различных транспортных систем возможно решать с использованием любого из перечисленных подходов, у каждого из них имеется своя сфера эффективного использования, связанная с затратами на построение и исследование модели. Моделирование влияния множества экономических, инфраструктурных, социальных и других факторов внешней среды на транспортную систему или её отдельные элементы рационально осуществлять с использованием системно-динамического подхода [39, 6, 47].

Системно-динамический подход к имитационному моделированию основан на представлении параметров исследуемого объекта в виде системы потоков и запасов. Динамика интенсивности потоков и величин запасов определяется системой прямых и обратных связей между ними, характеризующих взаимовлияние этих параметров. Построение системно-динамической модели сводится к описанию известных зависимостей и взаимосвязей между параметрами исследуемой системы. Исследование системно-динамической модели позволяет понять закономерности

функционирования исследуемой системы в целом и установить неизвестные зависимости между её параметрами.

Разработанная в среде AnyLogic системно-динамическая модель формирования региональной сети контрейлерных терминалов перевозок основана на следующих основных предположениях:

- грузовые перевозки в регионе осуществляются автомобильным и железнодорожным транспортом. Известны объёмы и средняя дальность перевозок этими видами транспорта на момент начала моделирования;
- известна динамика совокупного спроса на грузовые перевозки в регионе, определяемая объёмом промышленного производства;
- изменение объёма перевозок, осваиваемых определённым видом транспорта, а также возникновение потребности в контрейлерных перевозках определяются увеличением спроса на перевозки повышенного качества и изменением дальности таких перевозок;
- спрос на перевозки повышенного качества пропорционален разнице между средними складскими затратами грузовладельцев и средними затратами на перевозку;
- для удовлетворения потребности в перевозках повышенного качества грузовладелец выбирает вид транспорта, обеспечивающий минимальные суммарные затраты на хранение и транспортировку грузов;
- возникновение спроса на контрейлерные перевозки в регионе удовлетворяется созданием контрейлерного терминала, месторасположение которого на железнодорожных станциях региона определяется минимумом затрат на сооружение терминала.

Структура имитационной модели формирования региональной сети контрейлерных терминалов перевозок включает в себя следующие блоки: Блок I – формирование и удовлетворение спроса на перевозки (рисунок 3.3); Блок II – моделирование динамики затрат на создание системы контрейлерных терминалов в регионе (рисунок 3.5); Блок III-1 –

моделирование динамики эксплуатационных затрат на контейнерные перевозки (рисунок 3.6); Блоки III-2 и III-3 – моделирование динамики эксплуатационных затрат, соответственно, на железнодорожные и автомобильные перевозки (рисунок 3.7); Блок IV – моделирование динамики суммарных транспортно-складских затрат, возникающих при удовлетворении потребностей региона в грузовых перевозках (рисунок 3.9).

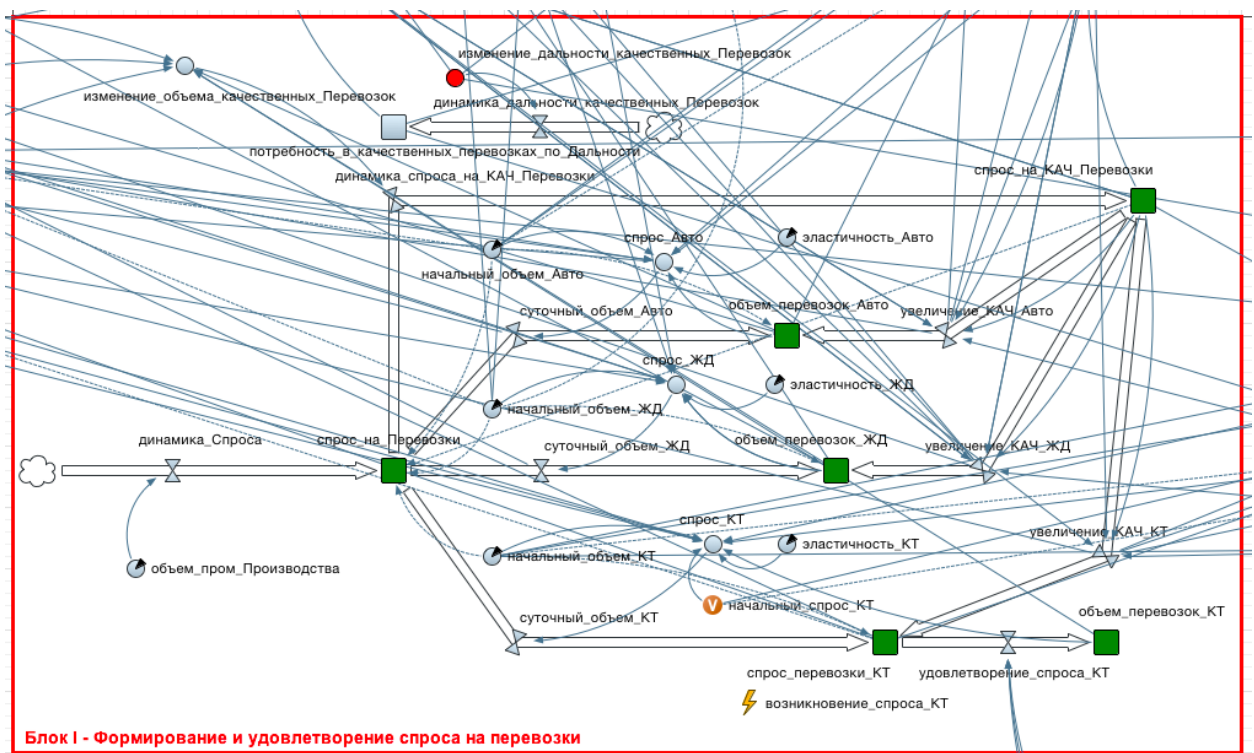


Рисунок 3.3 – Структура блока модели, имитирующего формирование и удовлетворение спроса на перевозки в регионе

В начальный момент моделирования известный годовой объем спроса на перевозки в регионе (в тоннах) полностью удовлетворяется железнодорожным и автомобильным транспортом. Предполагается, что фактическое распределение региональных объемов перевозок между этими видами транспорта определяется транспортной характеристикой и дальностью транспортировки конкретных грузов, производимых и потребляемых в регионе. В процессе моделирования суточные объемы автомобильных, железнодорожных и контейнерных (в случае их появления)

перевозок изменяются в зависимости от величины текущего спроса на соответствующие услуги Q_t , которую предлагается рассчитывать в модели по формуле:

$$Q_t = Q_0 + \frac{Q_0 K_{\varepsilon} \Delta C}{100}, \quad (3.6)$$

где Q_0 – объём перевозок в начальный момент моделирования, т;

ΔC – изменение стоимости логистических услуг на доставку грузов, %;

K_{ε} – коэффициент эластичности спроса на логистические услуги, зависящий от вида транспорта, используемого при транспортировке.

Процент изменения стоимости логистических услуг на доставку грузов – ΔC рассчитывается по формуле:

$$\Delta C = \frac{C_t - C_0}{C_0} + \frac{W_t - W_0}{W_0}, \quad (3.7)$$

где C_t – себестоимость транспортировки на момент моделирования t , руб/т-км;

W_t – себестоимость хранения грузов на момент моделирования t , руб/т;

C_0 – себестоимость транспортировки в начальный момент моделирования, руб/т-км;

W_0 – себестоимость хранения грузов в начальный момент моделирования, руб/т.

В случае, если складские затраты транспортных клиентов превышают затраты на транспортировку грузов (Блок IV), разница между этими затратами определяет потребность в перевозках повышенного качества. Под перевозкой повышенного качества будем понимать перевозку,

обеспечивающую минимум совокупных затрат на транспортировку и хранение грузов (рисунок 3.4).

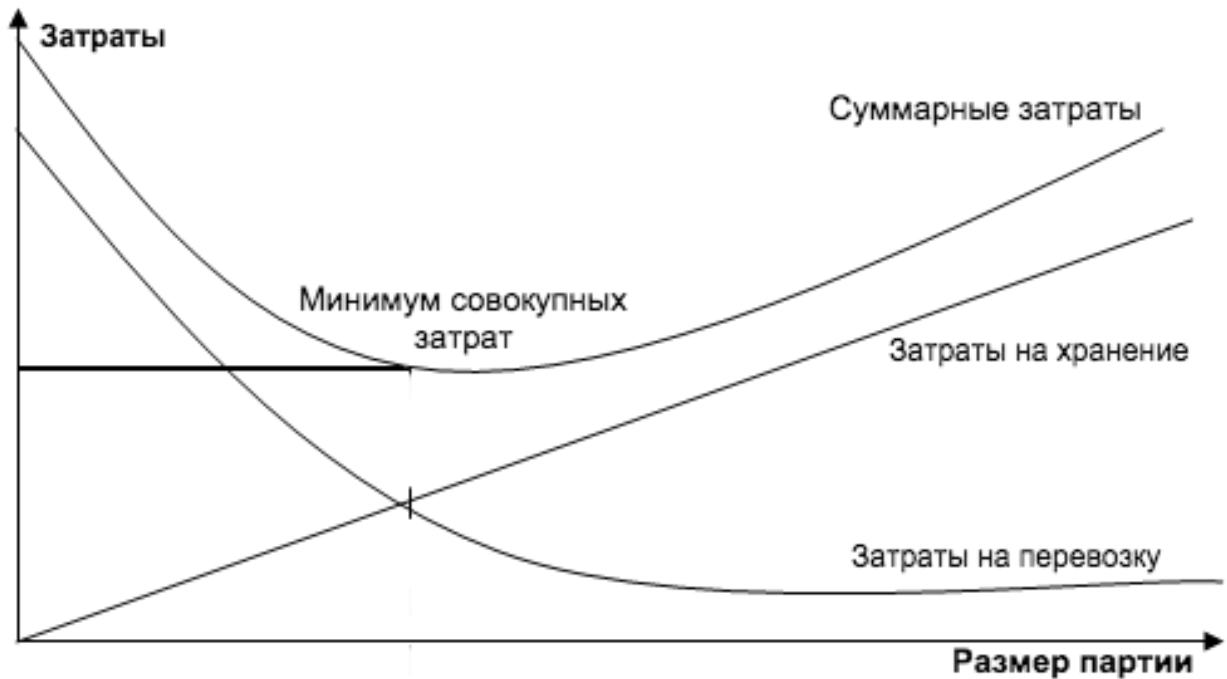


Рисунок 3.4 – Изменение совокупных транспортно-складских затрат

Качество перевозки коррелируется с размером транспортно-грузовой партии, уменьшение которой способствует снижению затрат грузовладельцев на хранение. В связи с этим повышение качества перевозки заключается в целенаправленном сокращении размера транспортно-грузовой партии.

Величину спроса на перевозки повышенного качества предлагается рассчитывать как средневзвешенную объёмов перевозок различными видами транспорта по разнице между складскими и транспортными затратами по формуле:

$$\Delta Q_t = \frac{Q_{A,t} \Delta Z_{A,t} + Q_{ж,t} \Delta Z_{ж,t} + Q_{K,t} \Delta Z_{K,t}}{\Delta Z_{A,t} + \Delta Z_{ж,t} + \Delta Z_{K,t}}, \text{ при } \Delta Z_{A,t}, \Delta Z_{ж,t}, \Delta Z_{K,t} > 0, \quad (3.8)$$

где $Q_{A,t}$, $Q_{ж,t}$, $Q_{K,t}$ – суммарный объём перевозок на момент модельного времени t , соответственно, автомобильным, железнодорожным транспортом и контейнерными поездами, т;

$\Delta Z_{A,t}$, $\Delta Z_{Ж,t}$, $\Delta Z_{K,t}$ – разница между складскими и транспортными затратами на момент модельного времени t , соответственно, для автомобильного, железнодорожного транспорта и контейнерных поездов, руб.

Спрос на качественные перевозки в общем случае может удовлетворяться любым видом транспорта. Условиями освоения спроса на качественные перевозки определённым видом транспорта являются минимум затрат на обеспечение качественных перевозок по сравнению с остальными видами транспорта и наличие потерь у клиентов данного вида транспорта. Дополнительные затраты на обеспечение качественных перевозок предлагается в модели рассчитывать по формуле:

$$\Delta C_q = \Delta Q_t \cdot K_Q \cdot \Delta L_t \cdot K_L \cdot C_t, \quad (3.9)$$

где ΔL_t – потребность в увеличении дальности перевозок повышенного качества – рассчитывается как среднее значение фактической дальности транспортировки грузов, для которых величина ΔZ_t – положительная, с учётом прогноза или потребности изменения дальности таких перевозок, км;

K_Q , K_L – коэффициенты изменения затрат при увеличении, соответственно, объёмов и дальности перевозок повышенного качества. Рассчитываются как средняя величина договорных затрат на обеспечение своевременных и (или) сохранных перевозок различными транспортными компаниями региона.

Для удовлетворения спроса в регионе на качественные перевозки выбирается такой вид транспорта, для которого отношение ΔZ_t к ΔC_q максимально.

Если спрос на качественные перевозки эффективно удовлетворять путём организации контейнерных перевозок и (или) в регионе возникает

спрос на контрейлерные перевозки обычного качества, но с меньшей, по сравнению с остальными видами транспорта, стоимостью, то в регионе возникает необходимость формирования сети контрейлерных терминалов. В разработанной модели такая ситуация возникает при потоках «увеличение_КАЧ_КТ» или «суточный_объем_КТ» ненулевой интенсивности. Величина запаса в накопителе «спрос_перевозки_КТ» соответствует суммарному спросу на контрейлерные перевозки (в тоннах).

Предполагается, что спрос на контрейлерные перевозки удовлетворяется путём строительства в регионе одного или нескольких контрейлерных терминалов. Возникает задача определения оптимального места размещения контрейлерных терминалов на железнодорожных станциях региона. Вопросы разработки типовых схем и схем путевого развития контрейлерных терминалов, а также оптимизации размещения контрейлерных терминалов на железнодорожных станциях рассмотрены в работах [93, 96], в которых, в частности, обоснована оптимальная численность приёмо-отправочных путей и грузовых фронтов для переработки контрейлерного поездопотока, определены затраты на размещение контрейлерных терминалов на железнодорожных станциях с различными вариантами схем путевого развития. Результаты данных исследований предлагается использовать в разработанной модели при подготовке исходных данных о затратах на строительство и эксплуатацию контрейлерного терминала на конкретных железнодорожных станциях региона.

Выбор железнодорожных станций региона для размещения контрейлерных терминалов в имитационной модели осуществляется путём использования механизма оптимизации AnyLogic. Выбор производится по критерию минимума потока денежных средств на строительство (Блок II имитационной модели – рисунок 3.5) и эксплуатацию (Блок III-1 – рисунок 3.6) региональной системы терминалов в течение периода моделирования,

при условии полного удовлетворения потребности региона в контрейлерных перевозках. Региональная сеть контрейлерных терминалов описывается в модели набором параметров «*вариант_1*», «*вариант_2*» и т. д. (рисунок 3.5), каждый из которых принимает значение 0 или 1, в зависимости от того, размещён или нет контрейлерный терминал на соответствующей станции. Варианты размещения характеризуются затратами на строительство определенного терминала – «*затраты_Строительство*» и его перерабатывающей способностью – «*перерабатывающая_способность_КТ*», заданными в модели массивами значений. Затраты на строительство включают в себя затраты на путевое развитие терминала, увеличение парка маневровых локомотивов, создание внетерминальной инфраструктуры, а также организацию вспомогательных служб (охраны правопорядка, скорой помощи и т. п.).



Рисунок 3.5 – Структура блока модели, имитирующего формирование региональной сети контрейлерных терминалов

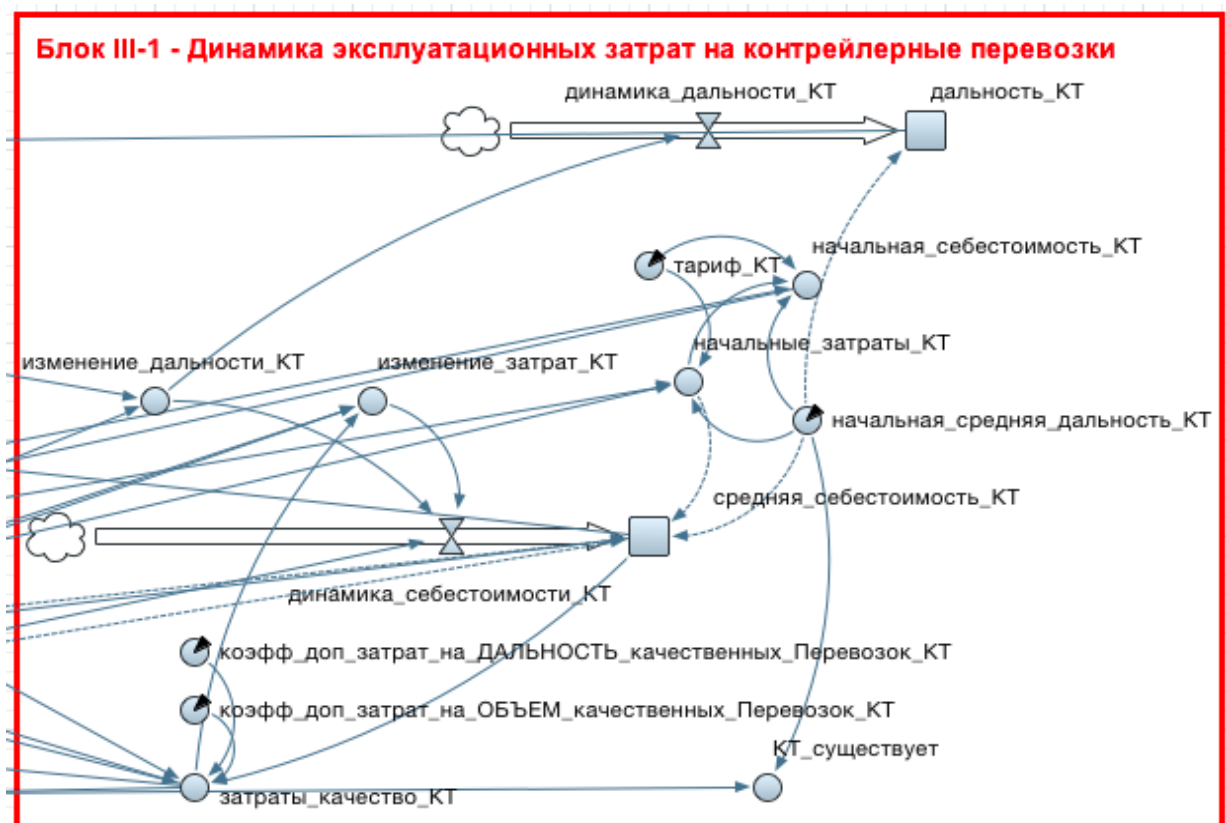


Рисунок 3.6 – Структура блока модели, имитирующего динамику эксплуатационных затрат на контейнерные перевозки

Затраты на обеспечение качественных контейнерных перевозок в модели эквивалентны их эксплуатационным затратам, тогда как удовлетворение спроса на перевозки повышенного качества автомобильным и железнодорожным транспортом требует дополнительных затрат (Блок III-2 для железнодорожного транспорта и аналогичный по структуре Блок III-3 – для автомобильного). Увеличение себестоимости автомобильных и железнодорожных перевозок приводит как к снижению спроса на них (Блок I), так и к снижению спроса на качественные перевозки, поскольку в этом случае складские затраты транспортных клиентов могут стать меньше транспортных издержек (величины $\Delta Z_{A,t}$, $\Delta Z_{Ж,t}$, $\Delta Z_{K,t}$ в формуле (3.8) становятся отрицательными) (Блок IV, рисунок 3.9).



Рисунок 3.7 – Структура блока модели, имитирующего динамику эксплуатационных затрат на железнодорожные перевозки

Увеличение себестоимости перевозок приводит к снижению объёмов промышленного производства в регионе, сокращению спроса на перевозки. Сохранение такой тенденции в перспективе способствует уменьшению транспортных тарифов, что, через определённый период моделирования, приводит к последующему росту объёмов производства и спроса на транспортные услуги (рисунок 3.8). Для моделирования влияния транспортных затрат на объёмы промышленного производства в регионе использовались зависимости, представленные в работе [51].

Общий вид модели формирования региональной сети контроллерных терминалов перевозок представлен на рисунке 3.10.



Рисунок 3.8 – Схема процесса циклического изменения параметров модели

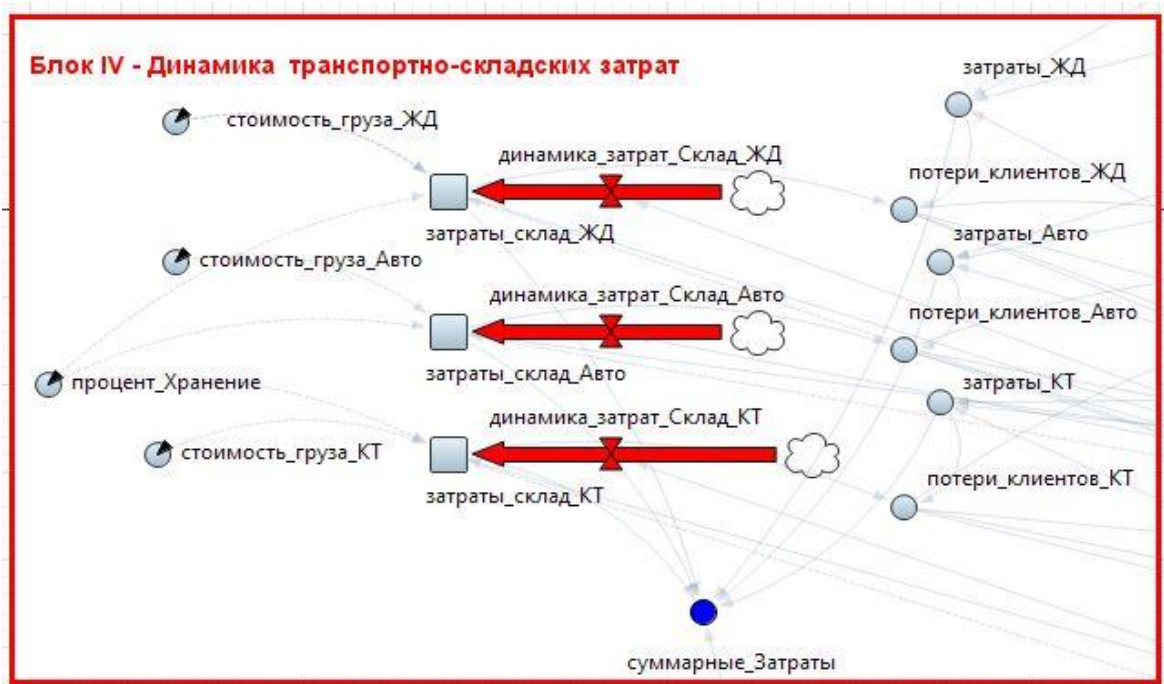


Рисунок 3.9 – Структура блока модели, имитирующего динамику транспортно-складских затрат

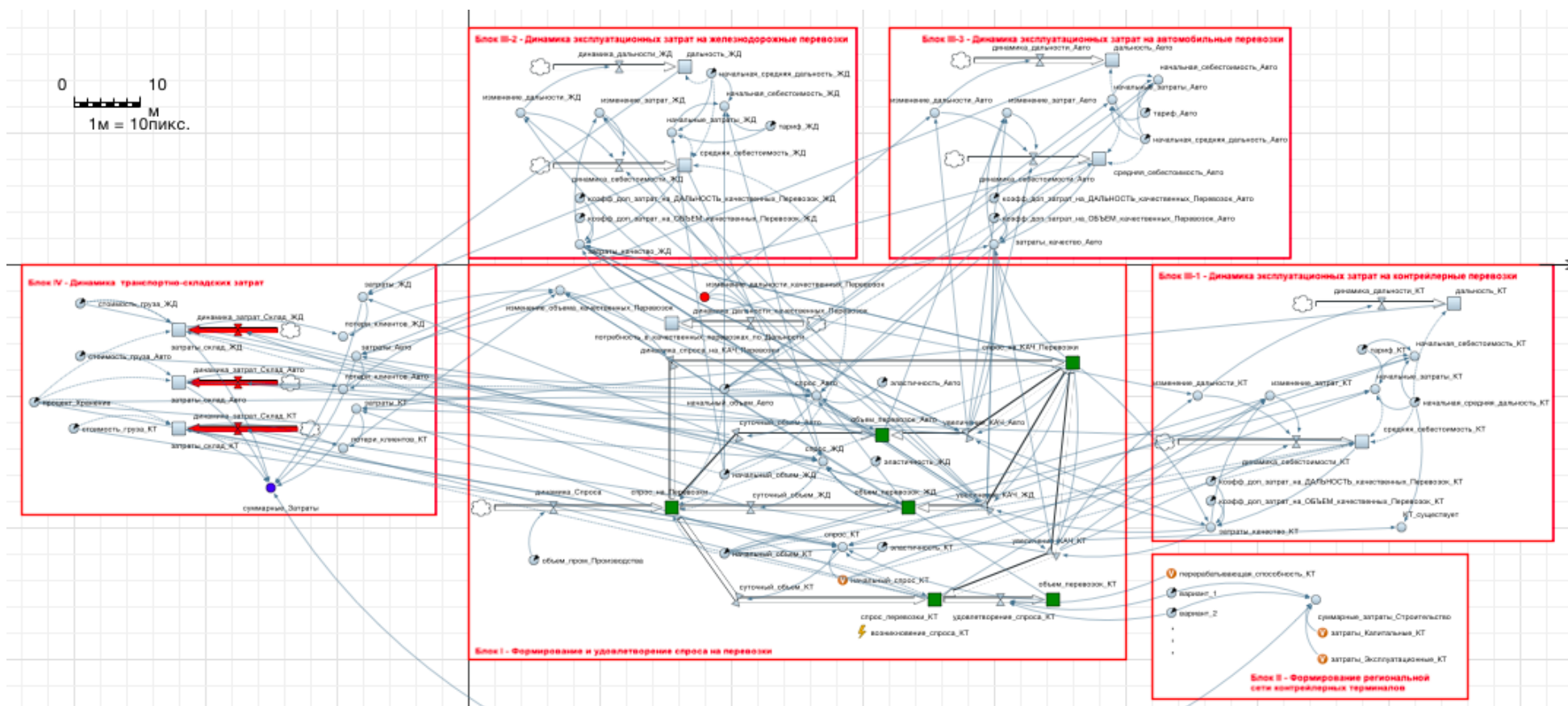


Рисунок 3.10 – Общий вид модели формирования региональной сети контройлерных терминалов

В среде AnyLogic предусмотрена возможность поиска наиболее предпочтительной совокупности значений параметров модели, путём её оптимизации. Эта возможность реализуется путём использования встроенного оптимизатора OptQuest. Оптимизация представляет собой некоторое количество прогонов модели, в ходе которых последовательно с выбранным шагом изменений варьируются значения параметров в установленном диапазоне ограничений. Целью оптимизации является определение условий, при которых достигается минимальное или максимальное значение целевой функции.

Количество оптимизационных параметров определяет размерность оптимизационной области. Использование большого количества параметров и широких диапазонов их изменения, с одной стороны, позволяет обеспечить высокое качество результата с точки зрения попадания точки оптимума в область поиска. С другой стороны, большое количество рассматриваемых параметров увеличивает время поиска оптимального решения и требует использования более мощной электронно-вычислительной инфраструктуры.

В среде AnyLogic возможно использование дискретных и непрерывных параметров. Непрерывный параметр способен принимать любое значение из установленного интервала, а дискретный может принимать только заданные значения, которые формируются как сумма минимально допустимого значения и заданного шага до достижения верхней границы ограничения. При этом поиск оптимального значения может происходить только с точностью до заданного шага. Значения и описание параметров модели приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Значения и описание параметров модели

№	Параметр	Описание
БЛОК I Формирование и удовлетворение спроса на перевозки		
1	объем_пром_Производства	Объём промышленного производства в регионе, т

2	начальный_объем_Авто	Существующий годовой объём спроса на перевозки в регионе, т
3	начальный_объем_ЖД	Существующий годовой объём спроса на перевозки в регионе, т
4	начальный_объем_КТ	Существующий годовой объём спроса на перевозки в регионе, т
5	эластичность_Авто	Определяет чувствительность спроса к изменению параметров услуги
6	эластичность_ЖД	Определяет чувствительность спроса к изменению параметров услуги
7	эластичность_КТ	Определяет чувствительность спроса к изменению параметров услуги
БЛОК II Формирование региональной сети контейнерных терминалов		
8	вариант_1	Варианты станций, рассматриваемые для организации на них контейнерных терминалов. Различаются производительностью, а также капитальными и эксплуатационными затратами. При проведении оптимизационного эксперимента принимают значения 0 или 1, что соответствует отрицательному или положительному решению по строительству контейнерного терминала на данной станции
9	вариант_2	
10	вариант_N	
БЛОК III-1 Динамика эксплуатационных затрат на контейнерные перевозки		
11	тариф_КТ	Расчётный тариф на контейнерные перевозки на момент начала моделирования, руб/т-км
12	начальная_средняя_дальность_КТ	Прогнозное значение дальности контейнерных перевозок на начало расчётного периода, км
13	коэфф_доп_затрат_на_ДАЛЬНОСТЬ_качественных_Перевозок_КТ	Повышающий коэффициент, определяющий увеличение затрат на своевременные контейнерные перевозки, при увеличении их дальности на 1 км
14	коэфф_доп_затрат_на_ОБЪЕМ_качественных_Перевозок_КТ	Повышающий коэффициент, определяющий увеличение затрат на своевременные контейнерные перевозки, при увеличении их объёма на 1 т

БЛОК III-3 Динамика эксплуатационных затрат на автомобильные перевозки		
15	тариф_Авто	Расчётный тариф на автомобильные перевозки на момент начала моделирования, руб/т-км
16	начальная_средняя_дальность_Авто	Среднее значение дальности автомобильных перевозок на начало расчётного периода, км
17	коэфф_доп_затрат_на_ДАЛЬНОСТЬ_качественных_Перевозок_Авто	Повышающий коэффициент, определяющий увеличение затрат на своевременные автомобильные перевозки, при увеличении их дальности на 1 км
18	коэфф_доп_затрат_на_ОБЪЕМ_качественных_Перевозок_Авто	Повышающий коэффициент, определяющий увеличение затрат на своевременные автомобильные перевозки, при увеличении их объёма на 1 т
БЛОК III-2 Динамика эксплуатационных затрат на железнодорожные перевозки		
19	начальная_средняя_дальность_ЖД	Среднее значение дальности железнодорожных перевозок на начало расчётного периода, км
20	тариф_ЖД	Расчётный тариф на железнодорожные перевозки на момент начала моделирования, руб/т-км
21	коэфф_доп_затрат_на_ДАЛЬНОСТЬ_качественных_Перевозок_ЖД	Повышающий коэффициент, определяющий увеличение затрат на своевременные железнодорожные перевозки, при увеличении их дальности на 1 км
22	коэфф_доп_затрат_на_ОБЪЕМ_качественных_Перевозок_ЖД	Повышающий коэффициент, определяющий увеличение затрат на своевременные железнодорожные перевозки, при увеличении их объёма на 1 т
БЛОК IV Определение транспортно-складских затрат		
23	стоимость_груза_ЖД	Стоимость груза, перевозимого железнодорожным транспортом, руб.
24	стоимость_груза_Авто	Стоимость груза, перевозимого автомобильным транспортом, руб.
25	процент_Хранение	
26	стоимость_груза_КТ	Стоимость груза, перевозимого автомобильным транспортом, руб.

На разработанной имитационной модели были проведены серии простых и оптимизационных экспериментов, как с учётом создания на железнодорожных станциях региона сети контрейлерных терминалов, так и при существующей ситуации, когда весь спрос на перевозки в регионе удовлетворяется только автомобильным и железнодорожным транспортом. В качестве единицы модельного времени были выбраны сутки, а продолжительность периода моделирования составляла пятнадцать лет. В процессе проведения модельных экспериментов оценивался срок достижения равновесного состояния параметров модели, амплитуда колебания этих параметров, а также величина суммарных транспортно-складских затрат в течение всего периода моделирования. Внешние и внутренние рыночные, политические и социальные факторы, такие как инфляционные процессы, изменения таможенного законодательства, демографические факторы и т. п., в модели не учитывались.

Результаты оптимизационного эксперимента, целью которого является определение станций для размещения сети контрейлерных терминалов, приведены на рисунке 3.12. Расчёты производились для четырёх регионов, различающихся числом железнодорожных станций, на которых возможно размещение контрейлерных терминалов, а также объёмами производства, существующими объёмами автомобильных и железнодорожных перевозок и другими параметрами. В процессе экспериментов с моделью первоначально контрейлерные терминалы вводились в модель последовательно. В результате были получены графики зависимостей суммарных транспортно-складских затрат, которые позволяют определить рациональное число контрейлерных терминалов для каждого региона.

Однако решение о последовательном увеличении числа контрейлерных терминалов не позволяет определить оптимальную комбинацию переоборудуемых железнодорожных станций. Для этого в разработанной модели проводился оптимизационный эксперимент (рисунок 3.11).

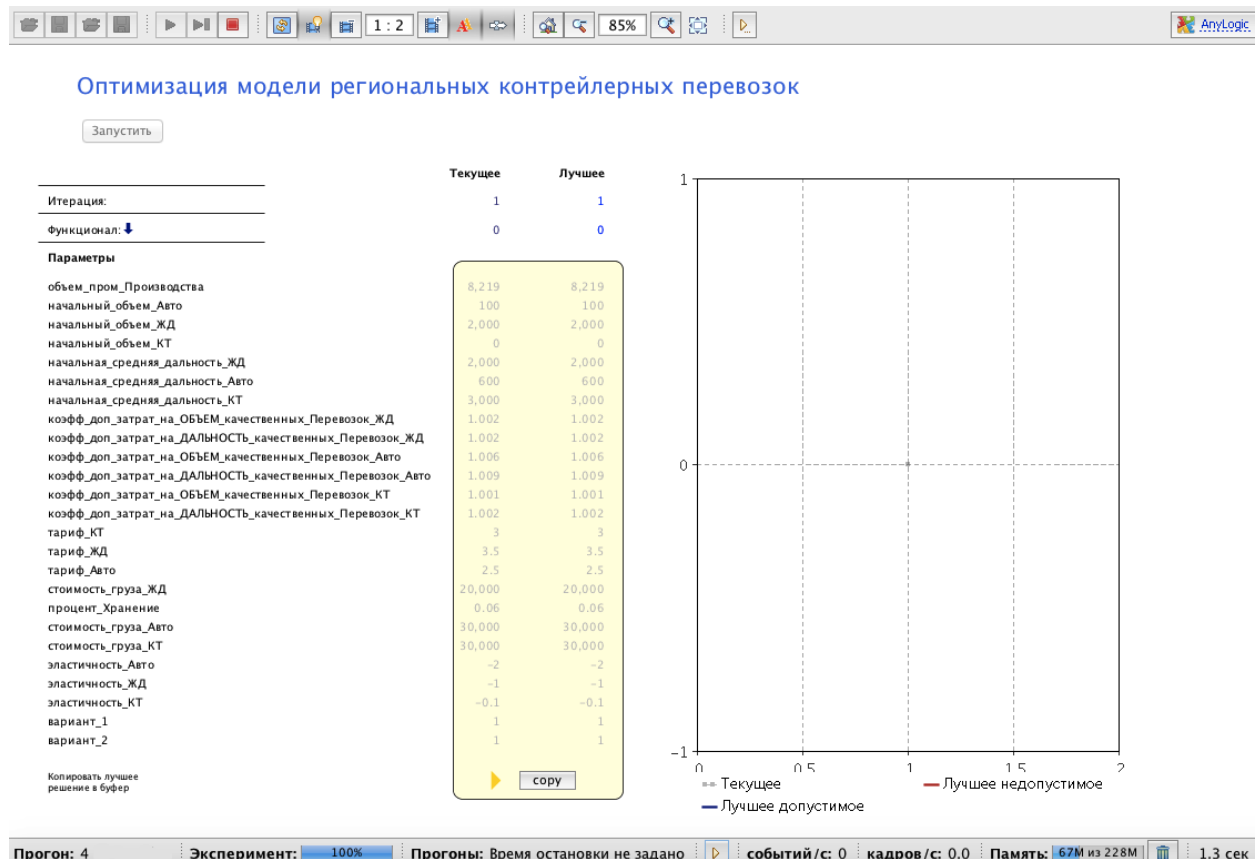


Рисунок 3.11 – Интерфейс оптимизационного эксперимента модели

В качестве критерия оптимизации были выбраны суммарные эксплуатационные затраты по всем перевозкам в регионе и капитальные затраты на строительство контейнерных терминалов. Изменяемыми в процессе оптимизации параметрами являются параметры модели «Вариант_0», «Вариант_1» ... «Вариант_N», принимающие значение 0 или 1 (N – максимально возможное число рассматриваемых станций). Оптимальная комбинация станций определяется набором значений параметров «Вариант», имеющих значение, равное 1. Оптимальное число станций для каждого региона показано на рисунке 3.12 точкой соответствующего цвета.

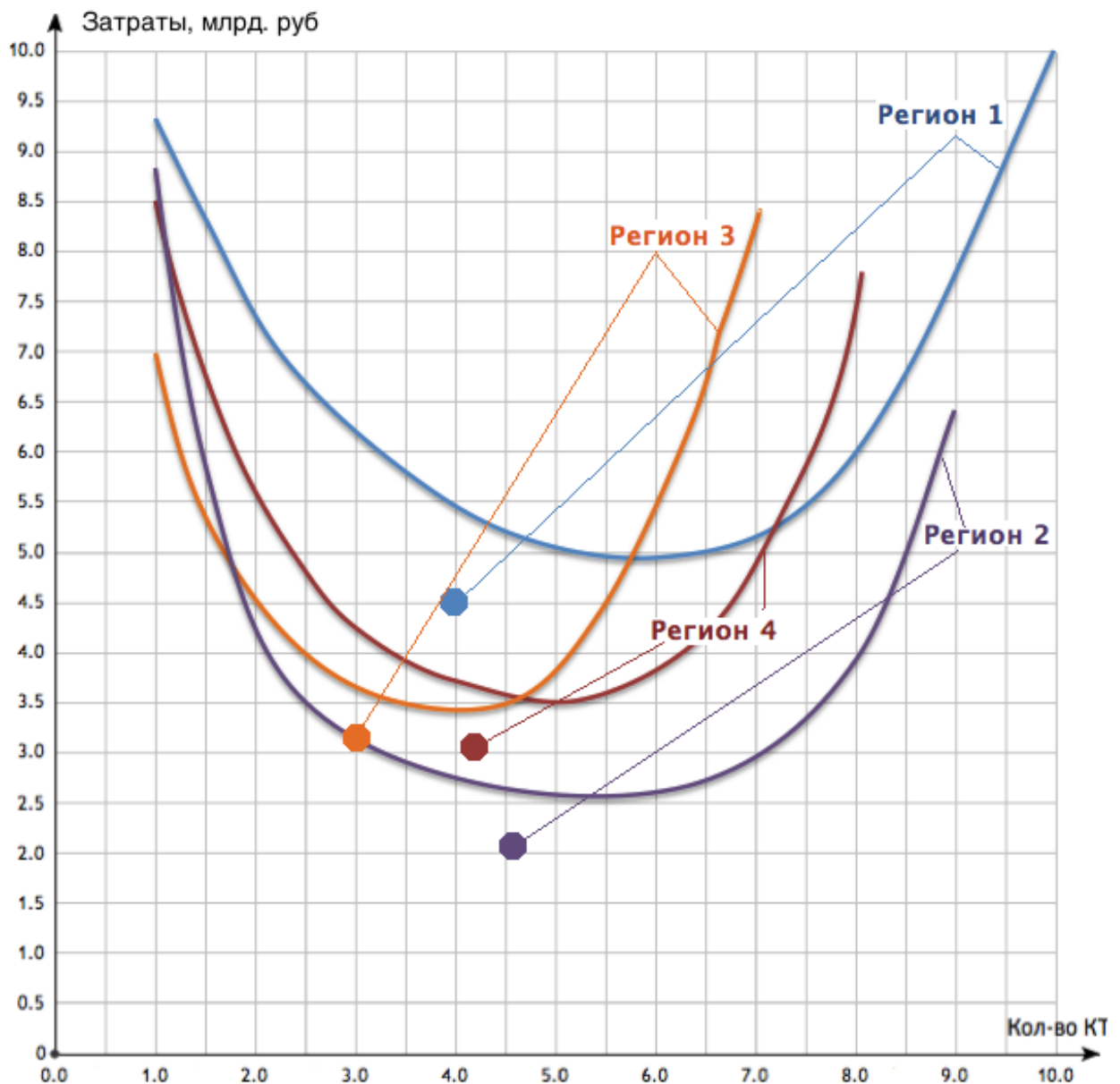


Рисунок 3.12 – Изменение суммарных затрат различных регионов при последовательном вводе в эксплуатацию контрейлерных терминалов в сравнении с результатами оптимизации

Анализ результатов экспериментов с построенной моделью позволил сделать следующие выводы:

1. Введение в моделируемую систему сети контрейлерных терминалов с ориентацией контрейлерных перевозок на удовлетворение потребностей транспортных клиентов в перевозках повышенного качества позволяет достичь равновесного состояния модели (состояния, при котором достигается устойчивый

минимум колебаний параметров модели) в течение 7,5 лет, тогда как для существующих условий такое состояние достигается через 12,3 года;

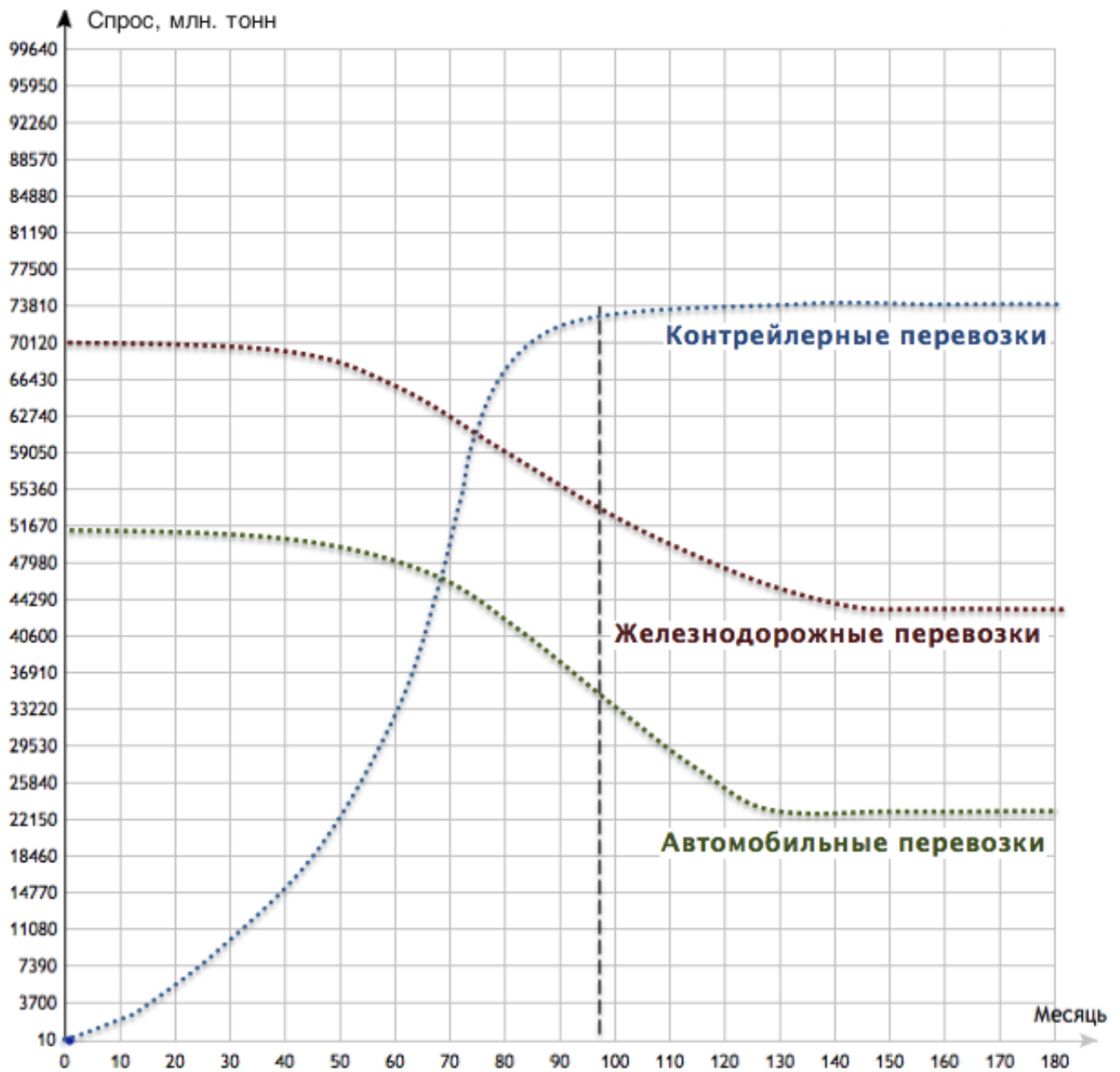


Рисунок 3.13 – Изменение спроса на различные виды перевозок в течение периода моделирования

2. Амплитуда колебаний параметров модели, таких, например, как спрос на перевозки, при формировании в регионе сети контрейлерных терминалов уменьшается на 23% (рисунок 3.14);

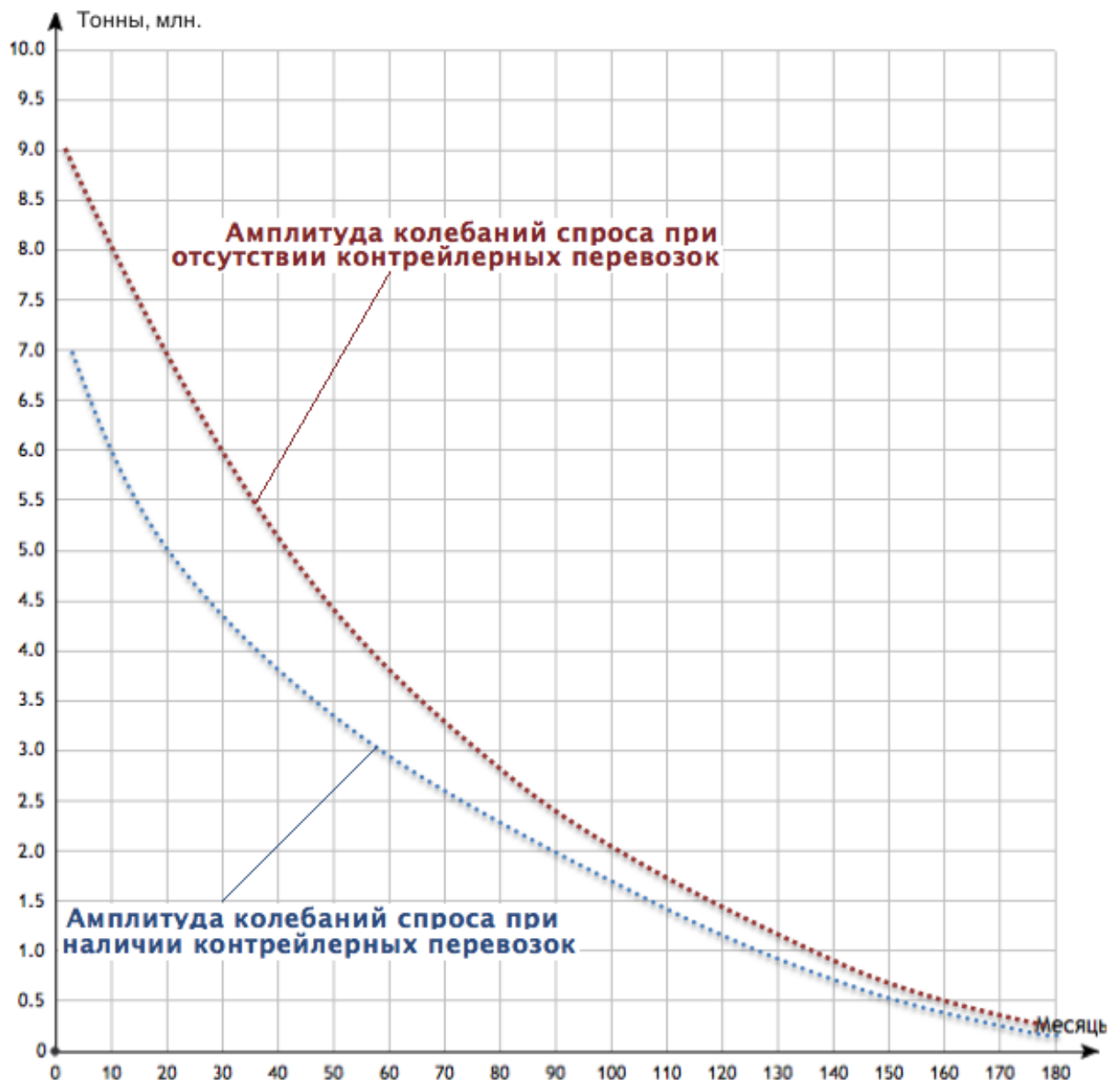


Рисунок 3.14 – Изменение амплитуды циклического изменения спроса на перевозки грузов в регионе

3. Оптимизация размещения контейнерных терминалов на железнодорожных станциях региона позволяет достичь равновесного состояния модели в течение 3,8 года модельного времени. Это подтверждается как постепенным снижением в процессе моделирования амплитуды циклического изменения спроса на перевозки грузов в регионе (рисунок 3.15), так и уменьшением периодичности цикла изменения объёмов перевозок;

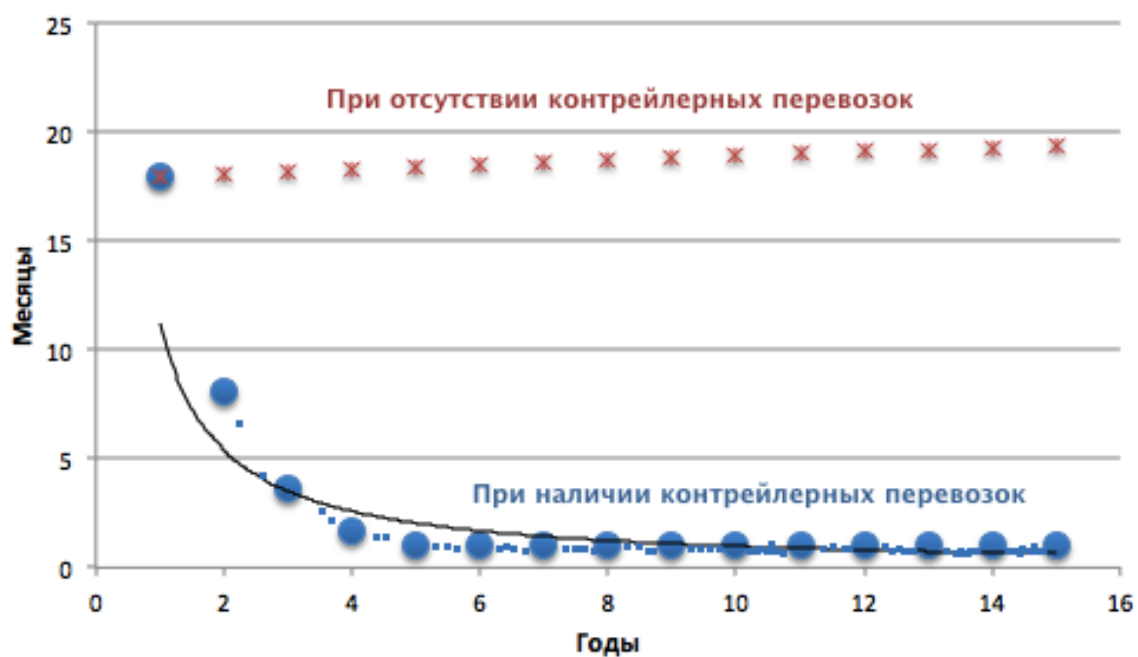


Рисунок 3.15 – Периодичность цикла изменения объемов перевозок в регионе

4. Введение в моделируемую систему контейнерных площадок позволяет снизить суммарные транспортно-складские издержки в среднем на 21% (рисунок 3.16).



Рисунок 3.16 – Изменение суммарных транспортно-складских затрат

Таким образом, общим выводом проведённых экспериментов с разработанной моделью, учитывающих влияние выбранного множества факторов, является вывод об эффективности формирования региональных сетей контрейлерных терминалов, позволяющих обеспечить потребность транспортных клиентов в перевозках повышенного качества с минимальными издержками. Региональные сети контрейлерных терминалов позволяют снижать отрицательное влияние колебаний рыночных факторов в цепях поставок.

Основными направлениями развития разработанной имитационной модели, реализация которых позволит использовать её для проектирования реальных

региональных сетей контрейлерных терминалов, являются: переход от усредненных значений эксплуатационных транспортных затрат и складских затрат к конкретным затратам по отдельным контрейлерным терминалам, а также по отдельным грузопотокам для всех видов транспорта; моделирование этапности создания контрейлерных терминалов на железнодорожных станциях региона; учёт влияния внешних рыночных, политических и социальных факторов на параметры разработанной модели путём введения в неё блоков, реализующих известные закономерности.

Разработанная системно-динамическая имитационная модель региональных контрейлерных перевозок является эффективным инструментом исследования влияния на параметры регионального транспортного рынка сети контрейлерных терминалов, а также выбора оптимальных параметров такой сети.

3.3 Практические рекомендации по совершенствованию организации контрейлерных перевозок

Международный опыт использования контрейлерных перевозок демонстрирует сложность вопроса их организации, обусловленную многокомпонентностью решаемых организационных задач. Эффективность деятельности объектов транспортной инфраструктуры определяют экономические, социальные, технологические и другие аспекты их функционирования. Из этого следует, что рассмотрение таких объектов в масштабах региона не может быть фрагментарным и должно учитывать совокупность влияющих факторов, которые зачастую на этапе организации не могут быть количественно учтены или вовсе имеют качественную природу.

Из результата анализа барьеров организации контрейлерных перевозок в России можно сделать вывод о необходимости привлечения широкого круга специалистов различных областей. Такая необходимость продиктована принятием наиболее рациональных управленческих решений, обеспечивающих, с одной стороны, качественное удовлетворение потребностей региона в контрейлерных перевозках при минимуме совокупных капитально-эксплуатационных затрат, а с другой стороны – обязательное соответствие требованиям по безопасности (движения и экологии) и условиям эксплуатации.

Широкий спектр предложений присутствующих на рынке транспортных технологий позволяет осуществлять точный выбор инструмента, наиболее полно соответствующего специфике решаемых транспортных задач региона. Решения, принятые на различных этапах организации контрейлерных перевозок, могут отражаться как на капитальных, так и на эксплуатационных затратах, что в свою очередь сказывается на ценообразовании и, как следствие, спросе на транспортную услугу. Зачастую ошибки, допущенные на этом этапе, являются неустраняемыми и негативно влияют на эффективность деятельности проекта на всем протяжении его жизненного цикла.

Привлечение экспертов различных областей приводит к необходимости согласования экспертных мнений, которые зачастую бывают достаточно противоречивыми по причине различного уровня компетентности в рамках рассматриваемых вопросов (см. §1.2).

Предложенный в работе алгоритм выбора контрейлерной системы, построенный на основе метода анализа иерархий, не предусматривает оценку компетентности участвующих экспертов. Для повышения качества полученных результатов рекомендуется перед формированием экспертной группы производить оценку компетентности её членов путём проведения анкетирования по следующим критериям:

- уровень образования (высшее, кандидат наук, доктор наук);

- место работы и занимаемая должность (руководящая / неруководящая);
- опыт работы в области вопроса, к которому привлекается в качестве эксперта;
- наличие научных работ и публикаций в области вопроса, к которому привлекается в качестве эксперта;
- наличие патентов и авторских свидетельств по теме вопроса, к которому привлекается в качестве эксперта;
- опыт экспертного участия.

Пример анкеты оценки компетентности эксперта приведён в приложении 2.

Качество получаемых рейтингов рассматриваемых альтернатив зависит также от набора факторов, относительно которых осуществляется выбор. С одной стороны, большое количество учитываемых факторов обеспечивают более точный результат построения рейтинга, с другой – усложняют процедуру выбора, при этом некоторое количество рассматриваемых факторов не оказывают значительного влияния на конечный результат. Более того, большое количество качественных критериев существенно осложняют обеспечение транзитивности исследования и приводят к внутренним противоречиям, в связи с этим уменьшение их количества упростит процедуру выбора.

В связи с этим для оптимизации процедуры принятия решений набор критериев рекомендуется также определять в зависимости от специфики решаемой организацией контрейлерной перевозки задачи с привлечением экспертов.

Предложенный перечень рассматриваемых критериев может быть сокращён или дополнен в зависимости от характеристик рассматриваемых контрейлерных систем.

Вопросы моделирования различных аспектов организации и функционирования контрейлерных перевозок, а также комбинирования различных подходов имитационного моделирования при построении моделей, затронутые в диссертационном исследовании, для применения на практике также

требуют формирования экспертных групп. При этом специализация привлекаемых экспертов не ограничивается знаниями в области экономики, организации производства, транспорта и т. д. Для разработки моделей, адекватно воспроизводящих работу моделируемого объекта, необходимо привлечение математиков и специалистов по различным подходам имитационного моделирования. Зачастую моделирование объектов может быть выполнено в разной степени качества любым из существующих подходов, но поскольку каждый из них имеет свою сферу эффективного применения и в большей или меньшей степени подходит к решению конкретной поставленной задачи, актуальным становится вопрос определения комбинации и долей использования подходов.

Качественное решение задачи выбора инструментария имитационного моделирования возможно только путём формирования группы экспертов по агентному, дискретно-событийному и системно-динамическому моделированию. Зачастую выбор подхода для построения имитационной модели обусловлен не эффективностью его использования для решения конкретной задачи, а компетентностью и подкованностью эксперта, к нему прибегающего, т. е. более подходящему подходу предпочитается тот, который более понятен эксперту. Это, безусловно, негативно отражается на качестве воспроизведения работы моделируемого объекта.

При практическом использовании, предлагаемой в работе системно-динамической модели формирования региональной сети контрейлерных терминалов рекомендуется учитывать дополнительный набор внешних и внутренних рыночных, политических и социальных факторов, таких как инфляционные процессы, изменения таможенного законодательства, демографические факторы и т. п.

Помимо этого, для повышения качества определения размещения контрейлерных терминалов на сети железнодорожных станций региона, также рекомендуется учитывать дополнительный набор критериев. Согласно концепции

создания терминально-логистических центров на территории Российской Федерации можно выделить следующие факторы размещения:

- максимальное использование полосы отвода и других объектов имущественного комплекса ОАО «РЖД»;
- наличие достаточного путевого развития и резервов пропускной способности станции, рассматриваемой для организации работы контрейлерного терминала;
- близость к крупному транспортному узлу и центру массового зарождения и/или погашения грузопотоков;
- близость к основным (федеральным, областным) автомобильным дорогам;
- наличие в непосредственной близости свободных земельных ресурсов;
- близость к городской агломерации;
- удобство размещения для персонала и клиентуры.

Вышеперечисленное определяет дальнейшие направления развития вопросов, рассматриваемых в данном диссертационном исследовании.

Разумеется, рассматриваемые проблемы не охватывают весь перечень вопросов организации контрейлерных перевозок в России. Существующая высококонкурентная среда транспортного рынка диктует необходимость обеспечения, с одной стороны, высокого качества предлагаемого транспортного продукта, а с другой стороны – привлекательной продажной стоимости. Зарубежный опыт использования контрейлерных перевозок показывает необходимость активной финансовой поддержки государства для создания конкурентоспособного тарифа и, как следствие, привлечения новых грузоотправителей на железнодорожный транспорт. В связи с этим очевидно, что первостепенными вопросами организации контрейлерных перевозок в России являются вопросы субсидирования и тарификации. Разработанная имитационная модель региональных контрейлерных перевозок является эффективным инструментом решения вышеперечисленных проблем. Основными направлениями развития разработанной имитационной модели, реализация

которых позволит использовать её для проектирования реальных региональных сетей контрейлерных терминалов, являются: переход от усреднённых значений эксплуатационных транспортных затрат и складских затрат к конкретным затратам по отдельным контрейлерным терминалам, а также по отдельным грузопотокам для всех видов транспорта; моделирование этапности создания контрейлерных терминалов на железнодорожных станциях региона; учёт влияния внешних рыночных, политических и социальных факторов на параметры разработанной модели путём введения в неё блоков, реализующих известные закономерности.

На текущий момент повсеместная организация контрейлерных перевозок на всей сети железных дорог России, в силу перечисленных в работе обстоятельств, не представляется возможной. Востребованность данного вида перевозок в большей степени возможна в качестве инструмента решения фрагментарных региональных транспортных задач, например для преодоления автомобильным транспортом высокозагруженных городских агломераций или географически сложных участков, а также курортных и природоохранных зон. В связи с этим результаты диссертационного исследования могут быть полезны различным органам исполнительной власти, осуществляющим государственную политику в области транспорта, при разработке стратегий регионального транспортного развития, а также транспортным компаниям, работающим в сегменте комбинированных грузовых и железнодорожных перевозок.

Выводы по третьей главе

1. Современная мировая практика организации производства на транспорте характеризуется интенсивным использованием инструментов моделирования. Это особенно актуально на начальном этапе определения основных параметров производства, количества технологического оборудования, его состава и т. д. Инструменты имитационного моделирования по сравнению с математическими моделями обеспечивают более качественное воспроизведение моделируемого процесса. Это обусловлено, в первую очередь, наличием стохастических процессов и большого числа учитываемых параметров.

2. Приведен пример моделирования функционирования контрейлерного терминала инструментами теории массового обслуживания из которого следует, что её использование возможно только при решении примитивных задач с малым количеством параметров. В связи с этим, рассмотрение функционирования контрейлерного терминала как системы массового обслуживания приводит к сильной формализации задачи и, фактически, не обеспечивает качественного изучения моделируемых процессов. Этим обусловлена необходимость использования более эффективных современных средств имитационного моделирования.

3. Проведен анализ существующих методов имитационного моделирования и обоснована необходимость комбинирования системной динамики, агентного и дискретно-событийного методов при изучении различных аспектов функционирования контрейлерных перевозок. Выбор определенного метода моделирования обусловлен, в первую очередь, уровнем детализации изучаемого процесса.

4. Предложена имитационная дискретно-событийная модель формирования региональной сети контрейлерных терминалов, позволяющая определить месторасположение контрейлерных терминалов на сети существующих железнодорожных станций региона.

5. Сформулированы практические рекомендации по совершенствованию организации контрейлерных перевозок в рамках рассматриваемых в диссертационном исследовании вопросов

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационном исследовании выявлены тренды развития контрейлерных перевозок в мире, а также предпосылки и барьеры их развития в России. На основе теоретической базы, математических инструментов и программно-имитационного моделирования предложены новые научно обоснованные решения по организации контрейлерных перевозок в части выбора контрейлерных систем и формирования региональных сетей контрейлерных терминалов. Выполненная работа даёт основание выделить следующие **итоги исследования:**

1. Анализ международного опыта организации и использования контрейлерных перевозок показывает, что при определённых условиях данный вид перевозок может составлять существенную конкуренцию автомобильным перевозкам. Формирование таких условий – это комплексная задача, затрагивающая техническую, технологическую, нормативно-правовую, экономическую, экологическую и социальную области.

2. Из проведенного исследования существующих условий функционирования автомобильном транспорте России следует вывод о потенциальной востребованности контрейлерных перевозок на территории России. С другой стороны, существующие нормативно-правовые, экономические и экологические условия являются существенным препятствием для их организации и негативно отражаются на спросе.

3. Для осуществления оценки контрейлерных систем выявлено 15 критериев. Данные критерии сгруппированы в 4 блока. Предложен алгоритм выбора контрейлерной системы, с учётом специфики решаемых задач. В условиях нестабильного и плохо прогнозируемого спроса, наиболее востребованы варианты автономных контрейлерных систем с высокой адаптивностью и multifunctionальностью, которые существенно снижают риски, связанные со спросом. Это обусловлено необходимостью более оперативного реагирования при

колебаниях спроса на услугу на транспортно-логистических рынках и организации новых маршрутов или корректировки уже используемых.

4. Предложена имитационная системно-динамическая модель формирования региональной сети контрейлерных терминалов. Проведена серия экспериментов:

– введение в моделируемую систему сети контрейлерных терминалов с ориентацией контрейлерных перевозок на удовлетворение потребностей транспортных клиентов в перевозках повышенного качества позволяет достичь равновесного состояния модели (состояния, при котором достигается устойчивый минимум колебаний параметров модели, таких как: транспортные тарифы, спрос на перевозки грузов, объемы регионального производства) в течение 7,5 лет, тогда как для существующих условий такое состояние достигается через 12,3 года;

– амплитуда колебаний параметров модели, таких, например, как спрос на перевозки, при формировании в регионе сети контрейлерных терминалов уменьшается на 23%;

– оптимизация размещения контрейлерных терминалов на железнодорожных станциях региона позволяет достичь равновесного состояния модели в течение 3,8 года модельного времени, при сокращении суммарных транспортно-складских издержек в системе на 21%.

Тем самым, при заданных в модели условиях, подтверждается эффективность формирования региональных сетей контрейлерных терминалов, позволяющих обеспечить потребность транспортных клиентов в перевозках повышенного качества с минимальными издержками. Из этого следует, что формирование региональной сети контрейлерных терминалов позволит снизить отрицательное влияние колебаний рыночных факторов в цепях поставок.

5. Обоснована необходимость и сформулированы рекомендации по комбинированию различных подходов при имитационном моделировании

контрейлерных перевозок. Это обусловлено тем, что моделируемые процессы характеризуются широким диапазоном решаемых транспортных задач.

Итоги выполненного исследования позволяют сформулировать следующие **рекомендации:**

1. При практическом использовании модели формирования региональной сети контрейлерных терминалов рекомендуется учитывать дополнительный набор внешних и внутренних рыночных и политических факторов, таких как инфляционные процессы, изменения таможенного законодательства и т. п.;

2. На практике, при решении задачи размещения контрейлерных терминалов на сети железнодорожных станций региона рекомендуется учитывать дополнительный набор критериев, предложенных в концепции создания терминально-логистических центров на территории Российской Федерации.

Перспективы дальнейшей разработки темы диссертационного исследования связаны с развитием методического инструментария имитационного моделирования контрейлерных перевозок и разработкой комплексного методического обеспечения организации сетей контрейлерных терминалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Алаев, М.М.** Типизация схем транспортно-грузовых терминалов [Текст] / Р.Р. Стуров, Р.Р. Гусейнов, М.М. Алаев // Мир транспорта, 2010. – № 5. – С. 68-71.
2. **Александрова, К.** Америка: пионер контрейлерных перевозок [Текст] / К. Александрова // РЖД Партнёр. – 2012. – Спецвыпуск «Контрейлерные перевозки». – С. 50-52.
3. **Алибеков, Б.И.** Логистика грузовых перевозок региональных транспортных систем: моделирование и управление / Б.И. Алибеков. – Ростов-на-Дону: РГУПС, 2010. – 179 с.
4. **Алиев, Т.И.** Основы моделирования дискретных систем / Т.И. Алиев. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2009. – 363 с.
5. **Багинова, В.В.** Особенности развития контрейлерных перевозок в России [Текст] / В.В. Багинова, Д.В. Кузьмин // Современные проблемы транспортного комплекса России, 2013. – № 4. – С. 49-52.
6. **Багинова, В.В.** Методика формирования энергоэффективной транспортно-логистической инфраструктуры [Текст] / А.Н. Рахмангулов, О.А. Копылова, Е.К. Аутов // Бюллетень транспортной информации. – 2012. – № 5. – С. 26-30.
7. **Басовский, Л.Е.** Управление качеством / Л.Е. Басовский, В.Б. Протасьев – М.: ИНФРА-М, 2001. – С. 137.
8. **Беляков, С.Л.** Оптимизация потоков в транспортных системах [Текст] / М.Л. Белякова, А.В. Боженюк, М.Н. Савельева // Известия Южного федерального университета. – 2014. – № 5. – С. 161-167.
9. **Белякова, Е.В.** Роль транспортно-логистической инфраструктуры в развитии региона [Текст] / Е.А. Карлова // Современные проблемы экономического и социального развития. – 2014. – № 10. – С. 97-100.
10. **Бережная, О.В.** Проблемы оценки параметров функционирования региональных транспортных систем [Текст] / О.В. Бережная // Модернизация экономики и управления. – Ставрополь: Ставролит, 2013. – С. 143-146.

11. **Боев, В.Д.** Компьютерное моделирование: Пособие для практических занятий, курсового и дипломного проектирования в AnyLogic 7. – СПб.: ВАС, 2014. – 432 с.
12. **Борщёв, А.В.** Как строить простые, красивые и полезные модели сложных систем [Текст] / А.В. Борщев // Материалы конференции «Имитационное моделирование. Теория и практика». – Казань: ФЭН, 2013. – С. 21-34.
13. **Бубновская, Т.А.** Правовое обеспечение контрейлерных перевозок как необходимое условие внедрения данного инновационного продукта на российский рынок [Текст] / Т.А. Бубновская // Автотранспортное предприятие. – 2013. – № 9. – С. 7-10.
14. **Вакуленко, С.П.** Контрейлерные перевозки в России: история, проблемы, перспективы [Текст] / С.П. Вакуленко, П.В. Куренков, Т.А. Зайцев // Экономика железных дорог. – 2013. – № 1. – С. 34-38.
15. **Гапанович, А.В.** Координация процесса развития транспортной системы России [Текст] / А.В. Гапанович // Известия Санкт-Петербургского университета экономики и финансов. – 2009. – № 1. – С. 147-150.
16. **Гапанович, В.А.** Об организации контрейлерных перевозок на «пространстве 1520» [Текст] / А.В. Гапанович // Железнодорожный транспорт. – 2012. – № 6. – С. 30-35.
17. **Гаркушенко, О.Н.** Состояние и перспективы применения экологических налогов в Украине [Текст] / О.Н. Гаркушенко // Научно-практический журнал «Экономика промышленности». – 2013. – № 3. – С. 37-46.
18. **Гохман, О.Г.** Экспертное оценивание. Воронеж: ВГУ, 1991. – 152 с. – С. 101.
19. **Гукетлев, Ю.Х.** Региональный транспортный комплекс: формирование и развитие рыночных систем регулирования. – Майкоп: МГТУ, 2006. – 167 с.
20. **Гусейнов, Р.Р.** Системный подход к определению критериев железнодорожных станций, обслуживающих контрейлерный терминал [Текст] /

Р.Р. Гусейнов // Сборник научных трудов SWORLD. – Одесса: Куприенко Сергей Васильевич, 2012. – С. 5-7.

21. **Гусейнов, Р.Р.** Техничко-экономическое обоснование сфер эффективного применения железнодорожных станций, обслуживающих контейнерный терминал [Текст] / Р.Р. Гусейнов // Наука и техника транспорта, 2014. – № 4. – С. 108-109.

22. **Журавская, М.А.** Контейнерные перевозки как точка роста логистического бизнеса ОАО «Российские железные дороги» [Текст] / М.А. Журавская, И.О. Макаренко // Транспорт Урала. – 2013. – № 3. – С. 74-79.

23. **Закон Российской Федерации «Устав железнодорожного транспорта Российской Федерации»** от 10 января 2003 г. № 18-ФЗ // Российская газета. – С изм. и допол. в ред. от 06.04.2015.

24. **Иванов, Н.П.** Системные параметры экономической динамики региона [Текст] / Н.П. Иванов // Вестник Института дружбы народов Кавказа «Теория экономики и управления народным хозяйством». – 2008. – № 1. – С. 65-77.

25. **Илларионов, М.Г.** Применение метода анализа иерархий в принятии управленческих решений [Текст] / М.Г. Илларионов // Актуальные проблемы экономики и права. – 2009. – № 1. – С. 37-42.

26. **Каталевский, Д.Ю.** Основы имитационного моделирования и системного анализа в управлении. – М.: Издательство Московского университета, 2011. – 304 с.

27. **Кизимиров, М.В.** Внетранспортный эффект внедрения контейнерных перевозок [Текст] / М.В. Кизимиров // Вестник транспорта. – 2012. – № 8. – С. 30-33.

28. **Кизимиров, М.В.** Социально-экономический эффект внедрения контейнерных перевозок [Текст] / М.В. Кизимиров // Вестник транспорта. – 2012. – № 9. – С. 37-38.

29. **Кизимиров, М.В.** Перспективные направления контрейлерных перевозок [Текст] / М.В. Кизимиров, Д.В. Стеблецов, Т.А. Зайцев // Вестник транспорта. – 2012. – № 7. – С. 13-15.
30. **Кириллова, А.Г.** Методология организации контейнерных и контрейлерных перевозок в мультимодальных автомобильно-железнодорожных сообщениях: автореф. дис. ... докт. техн. наук / МАДИ. М.: МАДИ, 2011. – 49 с.
31. **Кириллова, А.Г.** Методология организации контейнерных и контрейлерных перевозок в мультимодальных автомобильно-железнодорожных сообщениях: дис. ... д-р техн. наук: 05.22.01. – М., 2010.
32. **Кириллова, А.Г.** Современные технологии перевозок – контрейлерные поезда [Текст] / А.Г. Кириллова // Железнодорожный транспорт. – 2011. – № 2. – С. 69-71.
33. **Киселева, М.В.** Имитационное моделирование систем в среде AnyLogic. – Екатеринбург: УГТУ – УПИ, 2009. – 88 с.
34. **Кожухар, В.М.** Особенности и области применения методов квалиметрии и анализа иерархий для оценки эффективности инвестиционных проектов [Текст] / В.М. Кожухар // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2007. – № 3. – С. 108-110.
35. **Колик, А.** К выбору модели интермодального логистического сервиса для национальной экономики [Текст] / А. Колик // Логистика. – 2013. – № 2. – С. 28-31.
36. Контрейлеры и крупнотоннажные контейнеры / Коган Л.А., Ефимов Г.П., Дерибас А.Т., Петрова Т.И. – М.: ТРАНСЖЕЛДОРИЗДАТ, 1962. – 187 с.
37. Контейнеры международного стандарта / Блинов Э.К. – М.: Транспорт, 1990. – 168 с.
38. **Концепция организации контрейлерных перевозок на «пространстве 1520».** – М.: ОАО «РЖД», 2011. – 149 с.
39. **Копылова, О.А.** Применение метода системной динамики для исследования факторов размещения элементов транспортно-логистической

инфраструктуры [Текст] / О.А. Копылова, А.Н. Рахмангулов // Современные проблемы транспортного комплекса России. – 2012. – № 2. – С. 92-97.

40. **Коробов, В.Б.** Преимущества и недостатки метода анализа иерархий [Текст] / В.Б. Коробов, А.Г. Тутыгин // Известия российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. – 2010. – № 122. – С. 108-115.

41. **Красильникова, Н.Н.** Транспортный комплекс Забайкальского края как фактор экономического развития [Текст] / Н.Н. Красильникова // Логистика: инновационные подходы к развитию межрегиональной интеграции. Материалы межрегиональной науч.-практ. конф. VII Южно-Российского логистического форума. – Ростов-на-Дону: РИНХ, 2010. – С. 384-388.

42. **Кряжев, А.Н.** О концепции организации контрейлерных перевозок на «пространстве 1520» [Текст] / А.Н. Кряжев // Бюллетень объединённого учёного совета ОАО «РЖД». – 2012. – № 2. – С. 51-73.

43. **Кузьмин, Д.В.** Развитие транспортно-логистического рынка: отношения между субъектами в современных условиях [Текст] / Л.С. Фёдоров, Д.В. Кузьмин, А.В. Багинов // «РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция». – 2015. – № 1. – С. 20-23.

44. **Кузьмин, Д.В.** Актуальные логистические проблемы развития российской экономики [Текст] / Д.В. Кузьмин // Управление логистическими системами: глобальное мышление – эффективные решения. – Материалы международного научно-практического юбилейного X Южно-Российского логистического форума. – Ростов-на-Дону: РГЭУ (РИНХ), 2014. – С. 86-89.

45. **Кузьмин, Д.В.** Актуальные проблемы организации контрейлерных перевозок в условиях рынка [Текст] / Д.В. Кузьмин, А.Л. Белых // Современные проблемы транспортного комплекса России. – 2013. – № 4. – С. 153-156.

46. **Кузьмин, Д.В.** Имитационная модель региональных контрейлерных перевозок [Текст] / Д.В. Кузьмин // Транспорт Урала. – 2015. – № 1. – С. 114-118.

47. **Кузьмин, Д.В.** Особенности организации контрейлерных перевозок с использованием средств многоподходного имитационного моделирования [Текст]

- / Д.В. Кузьмин // «РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция», 2014. – № 3. – С. 39-43.
48. **Кузьмин, Д.В.** Особенности развития контрейлерных перевозок в России [Текст] / Д.В. Кузьмин, В.В. Багинова // Современные проблемы транспортного комплекса России. – 2013. – № 4. – С. 49-52.
49. **Кузьмин, Д.В.** Проблемы транспортной системы Москвы, вызванные автомобилизацией: их причины и пути решения [Текст] / Д.В. Кузьмин, В.В. Багинова // Современные проблемы транспортного комплекса России. – 2012. – № 2. – С. 79-82.
50. **Кузьмин, Д.В.** Актуальные проблемы организации контрейлерных перевозок в условиях рынка [Текст] / Д.В. Кузьмин, А.Л. Белых // Современные проблемы транспортного комплекса России, 2013. – № 4. – С. 153-156.
51. **Лапо, В.Ф.** Пространственное распределение инвестиций в России: агломерационный эффект. [Текст] – М.: РПЭИ, 2002. – 127 с.
52. **Ларичев, О.И.** Теория и методы принятия решений, а также хроника событий в волшебных странах. [Текст] – 3-е изд. – М.: Университетская книга, Логос, 2008. – С. 28.
53. **Лисенков, А.Н.** Экспертное оценивание в задачах менеджмента. [Текст] – М.: МИИТ, 2009. – С. 8.
54. **Лосев, Ю.Г.** Применение метода анализа иерархий в процессах принятия решений при проектировании и строительстве объектов [Текст] / Ю.Г. Лосев, К.Ю. Лосев // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. – 2005. – № 4. – С. 176-181.
55. **Маликов, Р.Ф.** Практикум по имитационному моделированию сложных систем в среде AnyLogic 6. [Текст] – Уфа: БГПУ, 2013. – 296 с.
56. **Малыханов, А.А.** Имитационная модель агента для низкоуровневого исследования транспортных систем: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.18. – Ульяновск, 2011. – 23 с.

57. **Мамаев, Э.А.** Моделирование региональных транспортных систем в условиях конкуренции: автореф. дис. ... д-р техн. наук: 05.22.01. – М., 2006. – 53 с.
58. **Мамаев, Э.А.** Моделирование региональных транспортных систем в условиях конкуренции: дис. ... д-р техн. наук: 05.22.01. – М., 2006. – 348 с.
59. **Мамаев, Э.А.** Управление региональными транспортными системами в условиях изменений: проблемы и модели. [Текст] – Ростов-на-Дону: Рост. гос. ун-т путей сообщ., 2005. – 195 с.
60. Материалы сайта «РЖД-Партнёр», раздел «Новости», «Белорусская железная дорога установила 40%-ные скидки на контейнерные перевозки». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rzd-partner.ru/news/kontreilernye-perevozki/beloruskaia-zheleznaia-doroga-ustanovila-40-nye-skidki-na-kontreilernye-perevozki/>
61. Материалы сайта «РЖД-Партнёр», раздел «Новости», «РЖД отчитается за скорость». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rzd-partner.ru/news/different/rzhd-otchitaetsia-za-skorost'/>
62. Материалы сайта «РЖД-Партнёр», раздел «Новости», «Трасса пройдёт по колею». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rzd-partner.ru/press/trassa-proidet-po-kolee/>
63. Материалы сайта «РЖД-Партнёр», раздел «Новости», «Электронная накладная преодолеет границу». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rzd-partner.ru/press/ielektronnaia-nakladnaia-preodoleet-granitsu/>
64. Материалы сайта АО «Федеральная грузовая компания». Платформа для контейнерно-контейнерных перевозок, изготовленная по заказу ОАО «ФГК», получила сертификат соответствия РСФЖТ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ru.railfgk.ru/mediacenter/news/2712013/>
65. Материалы сайта компании CargoBeamer. CargoBeamer takes Combined Freight across Europe. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cargobeamer.eu/CargoBeamer-takes-Combined-Freight-across-Europe-795324.html>

66. Материалы сайта компании CargoBeamer. On track, no cranes. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cargobeamer.eu/Terminal-795564.html>
67. Материалы сайта компании Flexiwaggon. Раздел Environmental Benefits. Flexiwaggon – the fastest route to an eco-friendly future. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.flexiwaggon.se/advantages/environment/74-environmental-benefits.html>
68. Материалы сайта ОАО «РЖД». Перевозка грузов. ОАО «РЖД» представило опытный вагон-платформу для перевозки контрейлеров и контейнеров. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://cargo.rzd.ru/news/public/ru?STRUCTURE_ID=658&layer_id=3328&id=81238
69. Материалы сайта ОАО «РЖД». Раздел «О компании». Центральная дирекция управления движением – филиал ОАО «РЖД» (ЦД). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://rzd.ru/enterprise/public/ru?STRUCTURE_ID=704&layer_id=5040&id=1008
70. Материалы сайта ОАО «РЖД». Раздел «Центр фирменного транспортного обслуживания. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://cargo.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE_ID=856
71. Материалы сайта ПАО «ТрансКонтейнер». Раздел «Контейнерные поезда». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.trcont.ru/ru/klientam/poleznaja-informacija/konteinernye-poezda/>
72. Материалы сайта РБК, обзор по логистике и экспресс-доставке, международные автомобильные перевозки. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.rbc.ru/reviews/transport2013/chapter_3_2.shtml
73. Материалы сайта РБК, обзор по логистике и экспресс-доставке, международные автомобильные перевозки. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.rbc.ru/reviews/transport2013/chapter_3_2.shtml
74. Материалы сайта РЖД ТВ. Количество порожних вагонов на сети значительно увеличилось. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<http://www.rzdtv.ru/2013/09/30/kolichestvo-porozhnihi-vagonov-na-seti-znachitelno-uvlechilos/>

75. Материалы сайта «Российская газета». Для машин массой свыше 12 тонн все федеральные трассы станут платными. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rg.ru/2013/06/18/dorogi-site-anons.html>

76. Материалы сайта «Российская газета». Федеральный закон Российской Федерации от 8 ноября 2007 г. N 257-ФЗ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rg.ru/2007/11/14/dorogi-dok.html>

77. Материалы сайта «Строительство.ru». Хвинский Л. «Эх, Российские дороги!» – Режим доступа: <http://rcmm.ru/content/topics/146.html>

78. Материалы сайта Федеральной службы государственной статистики. Импорт и экспорт товаров и услуг России. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/fttrade/

79. Материалы сайта Федеральной службы государственной статистики. Перевозки грузов по видам транспорта. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gks.ru/bgd/regl/b12_13/IssWWW.exe/Stg/d4/17-02.htm

80. Материалы сайта AnyLogic. Раздел «Изучаем ИМ». Агентное моделирование. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.anylogic.ru/agent-based-modeling>

81. **Матюшин, Л.Н.** Контейнерные и контейнерные перевозки грузов: справочник. [Текст] – М.: «Сандика Плюс», 2005.

82. **Матюшин, Л.Н.** Контейнерные и контейнерные перевозки грузов: справочник. Часть 2. [Текст] – М.: «Сандика Плюс», 2006.

83. **Минакова, Э.С.** Оптимизация обслуживания грузовладельцев в крупных железнодорожных узлах с использованием логистических принципов: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.01. – М., 2012.

84. **Миронов, А.В.** Тенденции развития региональной транспортной системы // Проблемы развития территории. [Текст] – 2013. – № 6. – С. 30-37.

85. **Москвичёва, Е.Е.** Совершенствование технологических решений в организации работы контейнерных терминалов: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.08. – Самара, 2011.
86. **Николашин, В.М.** Сервис на транспорте. [Текст] – 3-е изд. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – С. 55.
87. **Новиков, И.В.** Особенности организации интермодальной перевозки грузов в контейнерах автомобильным и железнодорожным транспортом [Текст] / И.В. Новиков, Е.А. Кравченко // Проблемы современной экономики. – 2011. – № 4. – С. 400-404.
88. **Пашкова, А.В.** Управление маркетинговой деятельностью по развитию контрейлерных перевозок [Текст] / А.В. Пашкова, А.Б. Письменная // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. – 2011. – № 5. – С. 103-106.
89. **Петров, М.Б.** Методический подход к исследованию влияния региональных факторов на показатели развития транспортной системы [Текст] / М.Б. Петров // Вестник УРФУ. Серия: Экономика и управление. – 2003. – № 7. – С. 92-98.
90. **Писаревский, Г.Е.** В поисках справедливых тарифов [Текст] / Г.Е. Писаревский // «РЖД-Партнёр». – 2012. – № 8. – С. 26-29.
91. **Писаревский, Г.Е.** Развитие контрейлерных перевозок на «пространстве 1520» – важнейшее направление сокращения логистических издержек [Текст] / Г.Е. Писаревский, Н.М. Ломакина // Бюллетень ОСЖД. – 2014. – № 4–5. – С. 17-24.
92. **Рахмангулов, А.Н.** Методологические основы организации функционирования железнодорожных промышленных транспортно-технологических систем: дис. ... д-р техн. наук: 05.22.01. – Москва, 2013. – 373 с.
93. **Рахмангулов, А.Н.** Оценка социально-экономического потенциала региона для размещения объектов логистической инфраструктуры [Текст] / А.Н. Рахмангулов, О.А. Копылова // Экономика региона. – 2014. – № 2. – С. 254-263.

94. **Рахмангулов, А.Н.** Выбор мест для логистических мощностей [Текст] / А.Н. Рахмангулов, О.А. Копылова, Е.К. Аутов // Мир транспорта. – 2012. – № 1 (30). – С. 84-91.
95. **Рахмангулов, А.Н.** Железнодорожные транспортно-технологические системы: организация функционирования [Текст] / А.Н. Рахмангулов, О.А. Копылова, П.Н. Мишкурин // Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. – 300 с.
96. **Рахмангулов, А.Н.** Обеспечение своевременности грузовых перевозок в транспортно-технологических системах [Текст] / А.Н. Рахмангулов, С.Н. Корнилов, А.Д. Кольга // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2014. – № 1 (45). – С. 115-121.
97. **Рахмангулов, А.Н.** Транспортная логистика. [Текст] / А.Н. Рахмангулов, С.В. Трофимов, С.Н. Корнилов, С.Е. Гавришев, Е.П. Дудкин // – СПб.: ПГУПС, 2003. – 279 с.
98. **Резер, А.В.** Проблемы развития транспортно-логистического комплекса [Текст] / А.В. Резер // Транспортное дело России. – 2010. – № 12s. – С. 146-148.
99. **Резер, С.М.** Организация контрейлерных перевозок на сети железных дорог РФ [Текст] / С.М. Резер // Транспорт: наука, техника, управление. – 2012. – № 7. – С. 3-6.
100. **Резер, С.М.** Контрейлерные перевозки по схеме «от двери до двери» за рубежом [Текст] / С.М. Резер, В.Ф. Ткаченко, И.С. Абрамова // – М.: ГОСИНТИ, 1979. – 24 с.
101. **Рогавичене, Л.И.** Развитие рынка транспортных услуг с использованием контрейлерных перевозок [Текст] / Л.И. Рогавичене // Бюллетень результатов научных исследований. – 2013. – № 4. – С. 5-12.
102. **Рыков, А.С.** Системный анализ. Модели и методы принятия решений и поисковой оптимизации. [Текст] / А.С. Рыков // – М.: Издательский дом МИСиС, 2009. – С. 38.

103. **Саати, Т.Л.** Принятие решений. Метод анализа иерархий [Текст] / Т. Саати // – М.: «Радио и связь», 1993. – 320 с.
104. **Саати, Т.Л.** Принятие решений при зависимостях и обратных связях: Аналитические сети [Текст] / Т.Л. Саати // – 3-е изд. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2011. – 360 с.
105. **Саркисян, Р.Е.** Упорядочение факторов по важности на основе метода анализа иерархий [Текст] / Р.Е. Саркисян // – М.: МИИТ, 2002. – С. 6.
106. **Снигур, О.В.** Параметризация технологии контрейлерных перевозок внешнеторговых грузов: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.08. – М., 2006.
107. **Сханова, С.Э.** Транспортно-экспедиционное обслуживание. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений [Текст] / С.Э. Сханова // – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 176 с.
108. **Ушаков, Д.В.** Экономический эффект принципа интермодальности [Текст] / Д.В. Ушаков / Логистика и управление цепями поставок. – 2013. – № 6. – С. 71-74.
109. **Фомина, А.И.** Особенности взаимодействия видов транспорта на примере контрейлерных перевозок [Текст] / А.И. Фомина // Научные труды молодых учёных, аспирантов и студентов. – Омск: СибАДИ, 2013. – С. 263-266.
110. **Холопов, К.В.** Зарубежный опыт и направления развития международных контрейлерных перевозок [Текст] / К.В. Холопов // Российский внешнеэкономический вестник. – 2011. – № 9. – С. 101-108.
111. **Черненко, В.Е.** Низкоуровневое имитационное моделирование транспортных систем: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.18. – Ульяновск, 2010. – 23 с.
112. **Чубуков, А.В.** Организация контрейлерных перевозок в России и в мире [Текст] / А.В. Чубуков // Известия Петербургского государственного университета путей сообщения. – 2010. – № 2. – С. 36-46.
113. **Чумаков, В.Б.** Решение задач организации автомобильных перевозок в условиях неопределённости состояния региональных транспортных систем

[Текст] / В.Б. Чумаков //Вестник Северо-Кавказского федерального университета. – 2006. – № 5. – С. 22-26.

114. **Шапкин, А.С.** Выбор технико-технологических параметров системы контрейлерных перевозок на железнодорожных направлениях сети: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.08. – М., 2004.

115. **Шобанов, А.В.** Исследование экономической эффективности железнодорожных контрейлерных перевозок в международном сообщении: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05. – М., 2000.

116. **Borshchev, A.** The Big Book of Simulation Modeling: Multimethod Modeling with AnyLogic. AnyLogic North America, 2013. – 614 с.

117. **Donegan, H.A.** A note on saaty's random indexes/ H.A. Donegan, F.J. Dodd // Department of Mathematics, University of Ulster. Shore Road, Newtown Abbey, Northern Ireland. – 1991. – № 10. – С. 135-137

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

**СРАВНЕНИЕ КОНТРЕЙЛЕРНЫХ СИСТЕМ ОТНОСИТЕЛЬНО
РАССМАТРИВАЕМЫХ КРИТЕРИЕВ**

Сравнение контрейлерных систем относительно критерия K_1

Альтернативы	CargoBeamer	Flexiwaggon	Modalohr	CargoSpeed	13-9961	Вес
CargoBeamer	1	1/5	4	3	1/7	0,1
Flexiwaggon	5	1	9	7	1	0,377
Modalohr	1/4	1/9	1	1/3	1/9	0,031
CargoSpeed	1/3	1/7	3	1	1/9	0,054
13-9961	7	1	9	9	1	0,436
$\lambda_{\max} = 5,246$		СИ = 1,12	ИС = 0,062		ОС = 0,055	

Сравнение контрейлерных систем относительно критерия K_2

Альтернативы	CargoBeamer	Flexiwaggon	Modalohr	CargoSpeed	13-9961	Вес
CargoBeamer	1	4	7	3	1/4	0,228
Flexiwaggon	1/4	1	5	1/3	1/7	0,075
Modalohr	1/7	1/5	1	1/4	1/9	0,031
CargoSpeed	1/3	3	4	1	1/6	0,117
13-9961	4	7	9	6	1	0,549
$\lambda_{\max} = 5,420$		СИ = 1,12	ИС = 0,105		ОС = 0,094	

Сравнение контрейлерных систем относительно критерия K_3

Альтернативы	CargoBeamer	Flexiwaggon	Modalohr	CargoSpeed	13-9961	Бес
CargoBeamer	1	1/3	1/5	1/3	1/7	0,042
Flexiwaggon	3	1	1/4	1	1/6	0,084
Modalohr	5	4	1	4	1/5	0,233
CargoSpeed	3	1	1/4	1	1/5	0,088
13-9961	7	6	5	5	1	0,554
$\lambda_{\max} = 5,339$		СИ = 1,12	ИС = 0,085		ОС = 0,076	

Сравнение контрейлерных систем относительно критерия K_4

Альтернативы	CargoBeamer	Flexiwaggon	Modalohr	CargoSpeed	13-9961	Бес
CargoBeamer	1	1/7	1	1	1/5	0,059
Flexiwaggon	7	1	7	8	5	0,588
Modalohr	1	1/7	1	1	1/5	0,059
CargoSpeed	1	1/8	1	1	1/5	0,057
13-9961	5	1/5	5	5	1	0,237
$\lambda_{\max} = 5,199$		СИ = 1,12	ИС = 0,05		ОС = 0,044	

Сравнение контрейлерных систем относительно критерия K_5

Альтернативы	CargoBeamer	Flexiwaggon	Modalohr	CargoSpeed	13-9961	Бес
CargoBeamer	1	1/7	1	1	1/3	0,074
Flexiwaggon	7	1	7	7	5	0,604
Modalohr	1	1/7	1	1	1/2	0,079
CargoSpeed	1	1/7	1	1	1/2	0,079
13-9961	3	1/5	2	2	1	0,163
$\lambda_{\max} = 5,045$		СИ = 1,12	ИС = 0,011		ОС = 0,010	

Сравнение контрейлерных систем относительно критерия K_6

Альтернативы	CargoBeamer	Flexiwaggon	Modalohr	CargoSpeed	13-9961	Бес
CargoBeamer	1	1/7	1	1	5	0,113
Flexiwaggon	7	1	7	7	9	0,629
Modalohr	1	1/7	1	1	5	0,113
CargoSpeed	1	1/7	1	1	5	0,113
13-9961	1/5	1/9	1/5	1/5	1	0,032
$\lambda_{\max} = 5,236$		СИ = 1,12	ИС = 0,059		ОС = 0,053	

Сравнение контрейлерных систем относительно критерия K_7

Альтернативы	CargoBeamer	Flexiwaggon	Modalohr	CargoSpeed	13-9961	Бес
CargoBeamer	1	7	1	1	5	0,305
Flexiwaggon	1/7	1	1/7	1/7	1/3	0,038
Modalohr	1	7	1	1	5	0,305
CargoSpeed	1	7	1	1	3	0,273
13-9961	1/5	3	1/5	1/3	1	0,08
$\lambda_{\max} = 5,069$		СИ = 1,12	ИС = 0,017		ОС = 0,015	

Сравнение контрейлерных систем относительно критерия K_8

Альтернативы	CargoBeamer	Flexiwaggon	Modalohr	CargoSpeed	13-9961	Бес
CargoBeamer	1	3	1	1	1/6	0,117
Flexiwaggon	1/3	1	1/3	1/5	1/7	0,045
Modalohr	1	3	1	1	1/5	0,121
CargoSpeed	1	5	1	1	1/6	0,135
13-9961	6	7	5	6	1	0,582
$\lambda_{\max} = 5,179$		СИ = 1,12	ИС = 0,045		ОС = 0,04	

Сравнение контрейлерных систем относительно критерия K_9

Альтернативы	CargoBeamer	Flexiwaggon	Modalohr	CargoSpeed	13-9961	Бес
CargoBeamer	1	1/9	1	1	1/9	0,048
Flexiwaggon	9	1	9	9	1	0,429
Modalohr	1	1/9	1	1	1/9	0,048
CargoSpeed	1	1/9	1	1	1/9	0,048
13-9961	9	1	9	9	1	0,429
$\lambda_{\max} = 5$		СИ = 1,12	ИС = 0		ОС = 0	

Сравнение контрейлерных систем относительно критерия K_{10}

Альтернативы	CargoBeamer	Flexiwaggon	Modalohr	CargoSpeed	13-9961	Бес
CargoBeamer	1	1/5	1	1	5	0,137
Flexiwaggon	5	1	5	5	7	0,551
Modalohr	1	1/5	1	1	5	0,137
CargoSpeed	1	1/5	1	1	5	0,137
13-9961	1/5	1/7	1/5	1/5	1	0,038
$\lambda_{\max} = 5,213$		СИ = 1,12	ИС = 0,053		ОС = 0,047	

Сравнение контрейлерных систем относительно критерия K_{11}

Альтернативы	CargoBeamer	Flexiwaggon	Modalohr	CargoSpeed	13-9961	Бес
CargoBeamer	1	1	1	1	1/9	0,077
Flexiwaggon	1	1	1	1	1/9	0,077
Modalohr	1	1	1	1	1/9	0,077
CargoSpeed	1	1	1	1	1/9	0,077
13-9961	9	9	9	9	1	0,692
$\lambda_{\max} = 5$		СИ = 1,12	ИС = 0		ОС = 0	

Сравнение контрейлерных систем относительно критерия K_{12}

Альтернативы	CargoBeamer	Flexiwaggon	Modalohr	CargoSpeed	13-9961	Бес
CargoBeamer	1	1	1	1	1	0,2
Flexiwaggon	1	1	1	1	1	0,2
Modalohr	1	1	1	1	1	0,2
CargoSpeed	1	1	1	1	1	0,2
13-9961	1	1	1	1	1	0,2
$\lambda_{\max} = 5$		СИ = 1,12	ИС = 0		ОС = 0	

Сравнение контрейлерных систем относительно критерия K_{13}

Альтернативы	CargoBeamer	Flexiwaggon	Modalohr	CargoSpeed	13-9961	Бес
CargoBeamer	1	9	9	9	9	0,692
Flexiwaggon	1/9	1	1	1	1	0,077
Modalohr	1/9	1	1	1	1	0,077
CargoSpeed	1/9	1	1	1	1	0,077
13-9961	1/9	1	1	1	1	0,077
$\lambda_{\max} = 5$		СИ = 1,12	ИС = 0		ОС = 0	

Сравнение контрейлерных систем относительно критерия K_{14}

Альтернативы	CargoBeamer	Flexiwaggon	Modalohr	CargoSpeed	13-9961	Бес
CargoBeamer	1	0	1/5	1/3	5	0,096
Flexiwaggon	0	1	1/3	2	7	0,227
Modalohr	5	3	1	3	9	0,468
CargoSpeed	3	1/2	1/3	1	6	0,177
13-9961	1/5	1/7	1/9	1/6	1	0,032
$\lambda_{\max} = 5,224$		СИ = 1,12	ИС = 0,056		ОС = 0,05	

Сравнение контрейлерных систем относительно критерия K_{15}

Альтернативы	CargoBeamer	Flexiwaggon	Modalohr	CargoSpeed	13-9961	Вес
CargoBeamer	1	1	1	1	7	0,241
Flexiwaggon	1	1	1	1	7	0,241
Modalohr	1	1	1	1	7	0,241
CargoSpeed	1	1	1	1	7	0,241
13-9961	1/7	1/7	1/7	1/7	1	0,034
$\lambda_{\max} = 5$		СИ = 1,12	ИС = 0		ОС = 0	

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

АНКЕТА КОМПЕТЕНТНОСТИ ЭКСПЕРТА

1. Общие данные	Фамилия	
	Имя	
	Отчество	
	Дата рождения	
2. Опыт работы	Период	
	Название организации	
	Должность	
	Адрес	
3. Текущее место работы	Дата трудоустройства	
	Название организации	
	Занимаемая должность	
	Круг решаемых задач	
	Адрес места работы	
4. Образование	Период обучения	
	Название учебного учреждения, город	
	Факультет	
	Специальность, квалификация	
5. Учёная степень (при наличии)	Наименование	
	Специальность	
	Дата присуждения	
6. Учёное звание (при наличии)	Наименование	
	Специальность	
	Дата присуждения	
7. Участие в работе диссертационных советов	Шифр	
	Отрасль знаний	
	Организация	
	Период участия	
8. Участие в работе экспертных советов ВАК	Отрасль знаний	
	Период участия	
9. Сведения о публикациях по теме экспертизы (последние 5 лет)	Сведения о публикациях (название, место публикации, номер журнала и т. д.)	
	Общее количество публикаций	
10. Патенты и авторские свидетельства по теме экспертизы	Название, №	
	Год получения	
	Соавторы	
11. Опыт экспертизы	Сведения о проекте (название, года, город и т. д.)	
12. Дополнительные сведения о эксперте	Например: чин государственной службы РФ, членство в академиях и др. научных организациях, экспертных и профессиональных сообществах, награды, премии и др.	

Подпись _____ ФИО

Дата _____

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ
РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ
(РОССТАНДАРТ)**



**ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМИТЕТ ТК 246
«КОНТЕЙНЕРЫ»**

**TECHNICAL COMMITTEE TC 246
«CONTAINERS»**

Moscow, Vernadsky avenue 29,
PROMTRANSNIIПРОЕКТ
Russian Federation, 119331, POB-38
telephone: (499) 138-23-45, (499) 138 -27-00
fax: (499) 138-26-20 E-mail: tc246@inbox.ru

Москва, проспект Вернадского 29,
ПРОМТРАНСНИИПРОЕКТ
РФ, 119331, а/я 38
телефон: 499 131 4401, 499 138 2700
факс: 499 138 2620 E-mail: tc246@inbox.ru

АКТ

о внедрении результатов диссертационной работы
Кузьмина Дмитрия Владимировича на тему «Организация региональной сети
контрейлерных терминалов» на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности 05.22.01 – «Транспортные и
транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов,
организация производства на транспорте»

Результаты диссертационной работы были учтены при рассмотрении
второй редакции стандарта ГОСТ «Автономные автоматические контейнеры
и контрейлеры» (шифр по ПРНС-2014: 1.2.246 – 2.006.14) подготовленного в
соответствии с программой национальной стандартизации на 2014 год по ТК
246 «Контейнерны».

Сформулированные рекомендации, алгоритмы и модели были
рассмотрены на заседании технического комитета 246 «Контейнер»,
получили положительную оценку и приняты к внедрению.

Комитет планирует включение стандарта «Контрейлерные перевозки»
в план национальной стандартизации на 2016-2017 гг. на конкурсной основе.

Председатель

ТК246 «Контейнерны»

В.А. Сидяков

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Утверждено:
 Первый проректор-
 проректор МГУПС (МИИТ)
 по учебной работе,
 д.т.н., профессор
 В.В. Виноградов



Акт

О внедрении в учебный процесс Института управления и информационных технологий результатов диссертационной работы Кузьмина Дмитрия Владимировича на тему «Организация региональной сети контейнерных терминалов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.01 «Транспортные и транспортно-технологические системы страны, её регионов и городов, организация производства на транспорте».

Настоящий акт составлен о том, что разработанные в диссертационной работе Кузьмина Д.В.: имитационная системно-динамическая модель региональных контейнерных перевозок, критерии и алгоритм принятия решений по выбору контейнерной системы, теоретическое обоснование комбинирования методов имитационного моделирования функционирования контейнерных перевозок используются в учебном процессе ИУИТ при проведении лекционных и практических занятий по дисциплинам: «Транспортная логистика»; «Методы принятия управленческих решений» направления Менеджмент: «Логистика и управление цепями поставок», «Международный менеджмент логистических систем».

Зав. Кафедрой «Логистика и
 управление транспортными системами»
 д.т.н., профессор



В.В. Багинова

Директор ИУИТ МГУПС (МИИТ)
 к.т.н., профессор



С.П. Вакуленко