

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования

«ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ
ИМПЕРАТОРА АЛЕКСАНДРА I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Международная научно-практическая конференция

**РАЗВИТИЕ ИНФРАСТРУКТУРЫ
И ЛОГИСТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ
В ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ
(РИЛТТРАНС-2015)**

Санкт-Петербург, 23–25 сентября 2015 г.

Сборник трудов

Под общей редакцией канд. техн. наук П.К. Рыбина

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

2016

УДК 656.2+658.7
ББК 65.37
М43

Редакционная коллегия:

Пётр Кириллович Рыбин, кандидат технических наук, доцент, проректор по воспитательной работе и связям с производством, заведующий кафедрой «Железнодорожные станции и узлы» ФГБОУ ВО ПГУПС;

Анатолий Анисимович Краснощёк, кандидат экономических наук, первый вице-президент ОАО «РЖД», профессор кафедры «Железнодорожные станции и узлы» ФГБОУ ВО ПГУПС;

Юрий Иванович Ефименко, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Железнодорожные станции и узлы» ФГБОУ ВО ПГУПС;

Максим Владимирович Четчуев, кандидат технических наук, руководитель научно-образовательного центра «Мультимодальные транспортные системы», старший преподаватель кафедры «Железнодорожные станции и узлы» ФГБОУ ВО ПГУПС (отв. за выпуск)

М43 Международная научно-практическая конференция «Развитие инфраструктуры и логистических технологий в транспортных системах» (Санкт-Петербург, 23–25 сентября 2015 г.): сборник трудов / под общей ред. П.К. Рыбина. – СПб. : ФГБОУ ВО ПГУПС, 2016. – 349 с.

ISBN 978-5-7641-0892-6

Сборник трудов составлен на основе представленных в организационный комитет докладов участников конференции, в которых были затронуты актуальные проблемы транспортной отрасли: развитие инфраструктуры, совершенствование технологий организации перевозок и логистики, подготовка квалифицированных кадров, использование современных информационных технологий.

Издание рассчитано на научных сотрудников, преподавателей, аспирантов и студентов железнодорожных вузов России и других стран, а также на широкий круг специалистов транспорта.

УДК 656.2+658.7
ББК 65.37

ISBN 978-5-7641-0892-6

© ФГБОУ ВО ПГУПС, 2016

ДОКЛАД ПЕРВОГО ВИЦЕ-ПРЕЗИДЕНТА ОАО «РЖД» А.А. КРАСНОЩЁКА

Символично, что наша рабочая встреча проходит в стенах старейшего учебного заведения железнодорожного транспорта – кузнице квалифицированных кадров.

Опыт предыдущих встреч показал, что на площадке Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I из года в год в продуктивном ключе обсуждаются важнейшие вопросы развития железнодорожной отрасли.

Железнодорожный комплекс имеет стратегическое значение для России. Выполняя функцию связующего звена единой экономической системы, он обеспечивает стабильную деятельность промышленных предприятий, своевременный подвоз жизненно важных грузов в самые отдаленные уголки страны, а также является самым доступным транспортом для миллионов граждан.

В настоящее время «Российские железные дороги» – динамично развивающаяся компания, управляющая одной из крупнейших железнодорожных сетей в мире. Российские железные дороги занимают лидирующие позиции в мире наряду с магистралями Китая и США по объемам перевозок, протяженности и грузонапряженности (рис. 1).

Реализация стоящих перед компанией задач по повышению эффективности и обеспечению конкурентоспособности в сложившихся рыночных условиях потребовала построения новой системы управления (рис. 2). В ходе преобразований были выделены вертикали управления, сформированные в бизнес-блоки, способные решать весь спектр задач, стоящих перед российскими железными дорогами.

Важнейшей задачей сегодняшнего дня является повышение роли российских железных дорог в мировой транспортной системе. Для её решения никакого универсального рецепта, к сожалению, не существует – только планомерная, целенаправленная работа по развитию, в первую очередь, наших активов: инфраструктуры, кадров, системы управления перевозочным процессом.

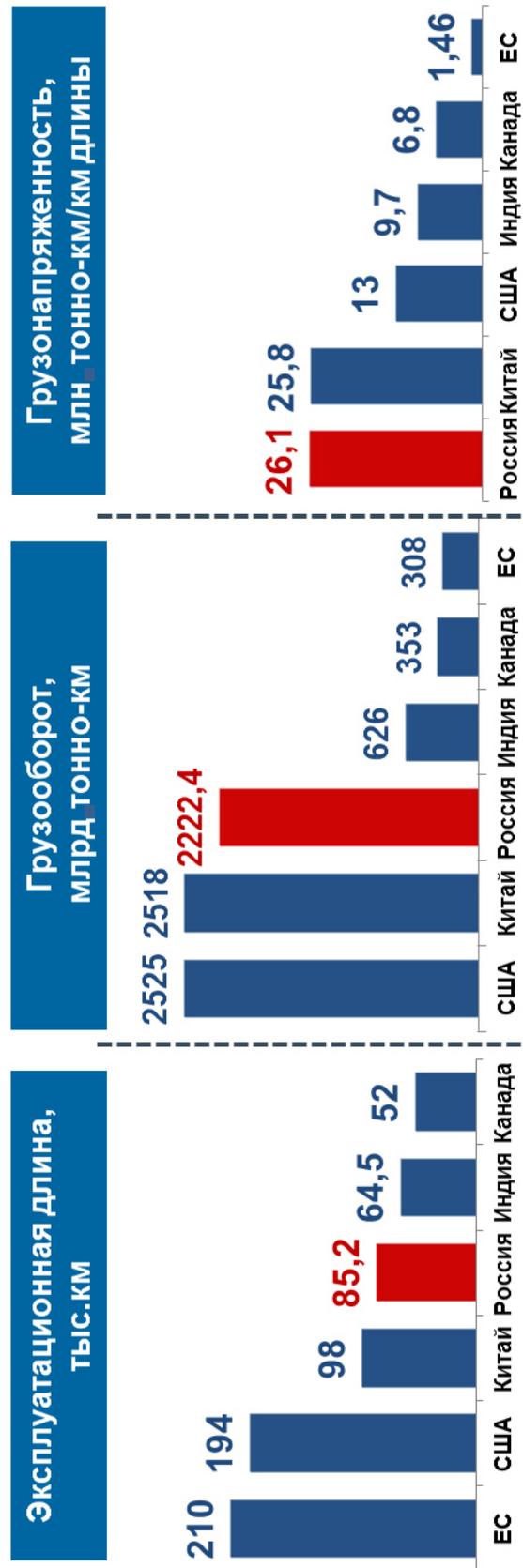


Рис. 1. Место российских железных дорог среди ведущих мировых железнодорожных систем

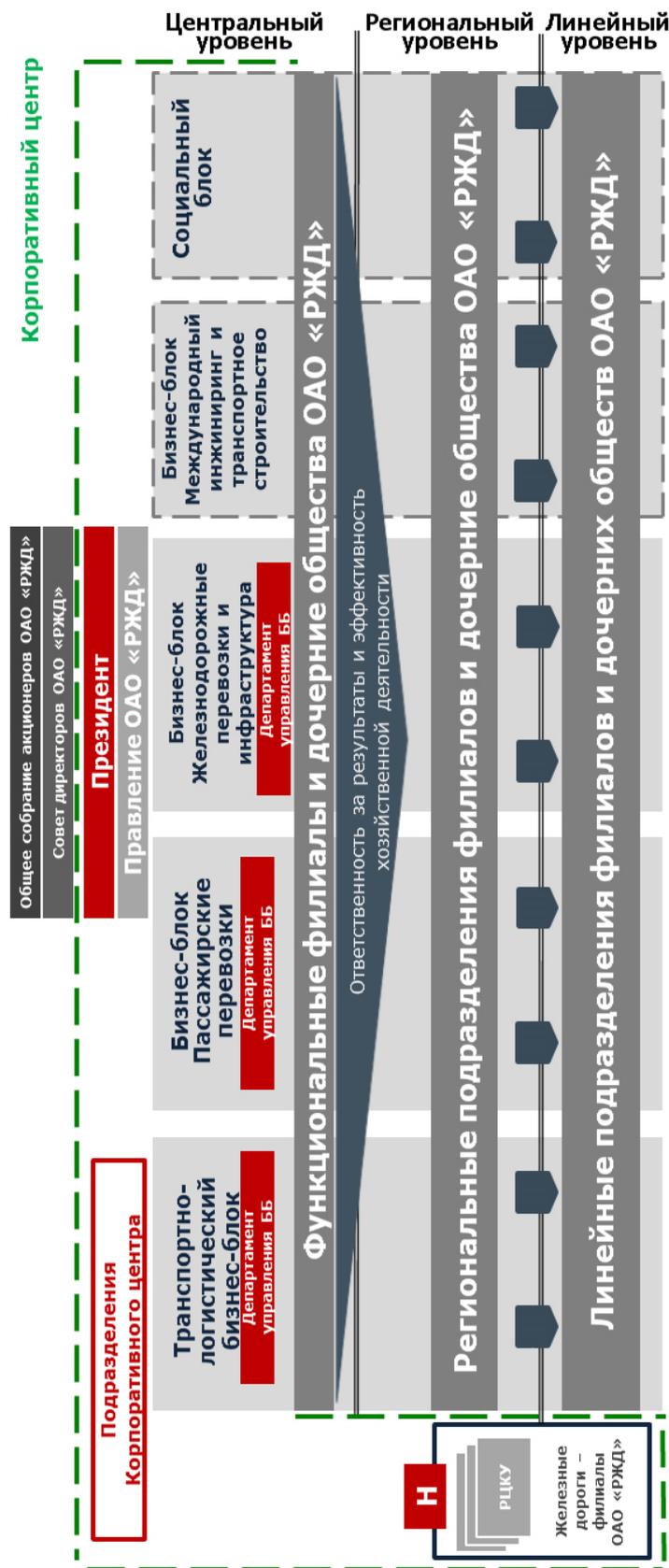


Рис. 2. Укрупнённая схема организационной модели холдинга

Оценивая результаты работы компании, мы ориентируемся, прежде всего, на потребности клиентов. Качество и надежность предоставляемых услуг, выполнение принятых обязательств по доставке грузов точно в срок недостижимы без слаженной работы всех отраслей и, в первую очередь, сортировочных станций на всем маршруте следования вагона (рис. 3).

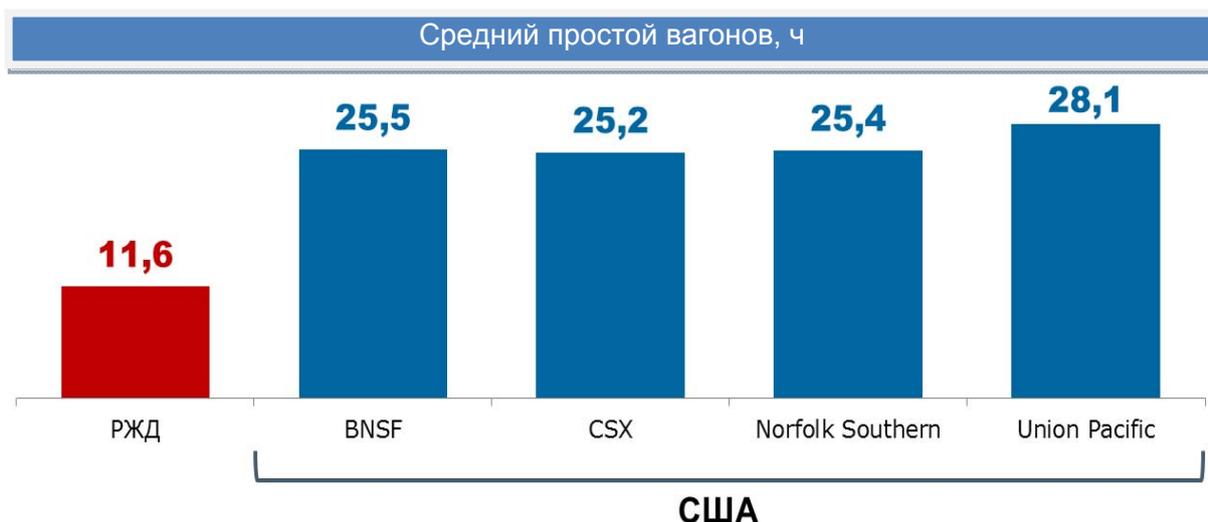


Рис. 3. Простой вагонов на железнодорожных станциях

Сегодня транзитный вагон находится на сортировочных станциях около 20% времени от общей продолжительности доставки груза потребителю. Средний простой транзитного вагона на сортировочных станциях России имеет динамику к снижению: 11,6 часа для вагона с переработкой и 2,6 часа – без переработки. В прошлом году этот показатель составил 13,0 и 3,0 часа соответственно.

Схема расположения основных сортировочных станций ОАО «РЖД» представлена на рис. 4. Можно отдельно отметить работу станции Входная, на которой простой транзитного вагона с переработкой составил 8,6 часа со снижением к прошлому году на 0,9 часа. В роли отстающих на сегодняшний день выступают сортировочные станции Куйбышевской железной дороги – сразу четыре станции работают неудовлетворительно: Кинель, Октябрьск, Пенза-3 и Дема. Эти станции работают с превышением простоя транзитного вагона с переработкой на 4 часа к плану и более (на станции Кинель простой составил 15,3 часа, что выше плана на 5,2 часа, на станции Октябрьск – 14,7 часа, что выше плана на 5,1 часа, на станции Пенза-3 – 13,4 часа, что выше плана на 3,8 часа, на станции Дема – 14,8 часа, что выше плана на 4,8 часа).

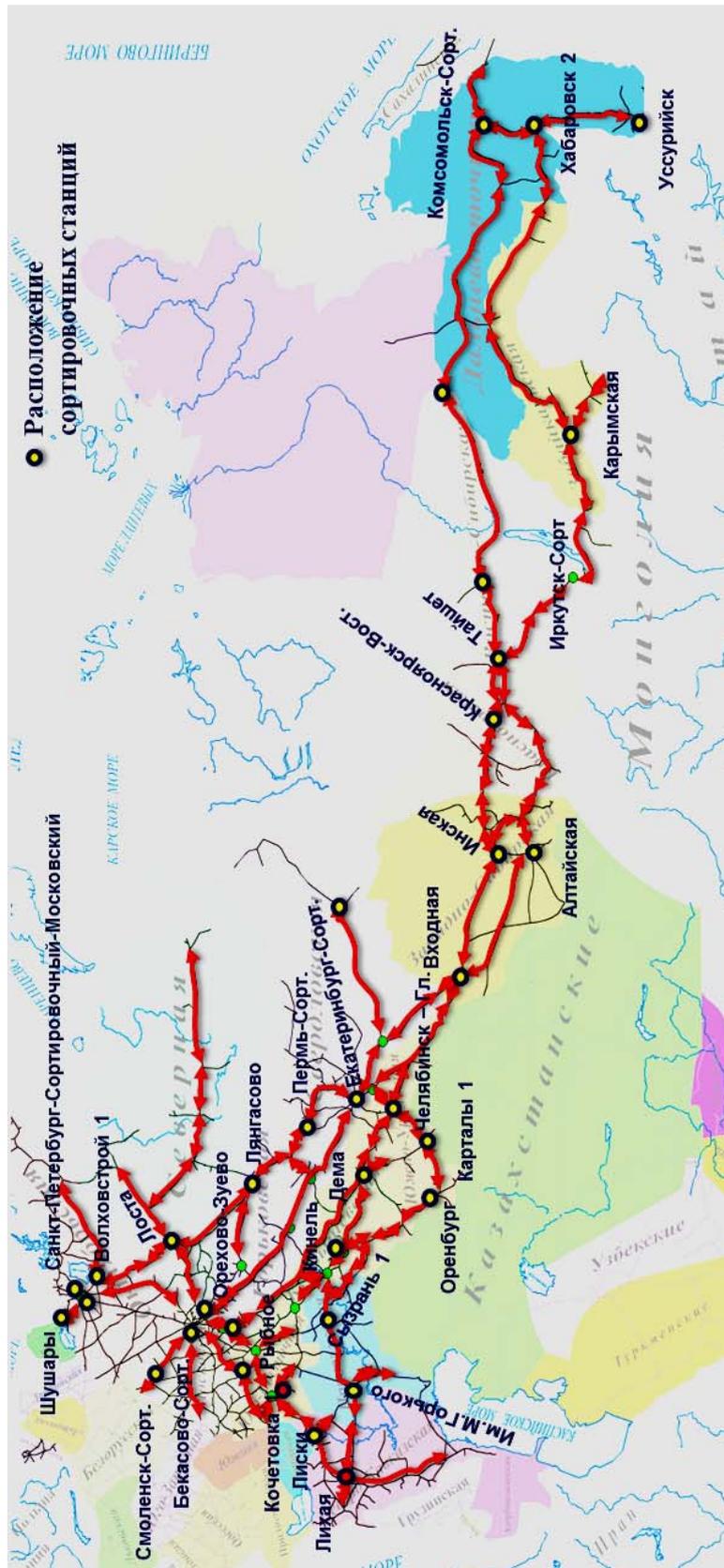


Рис. 4. Важнейшие сортировочные станции ОАО «РЖД»

В условиях уменьшения вагонооборота по сортировочным станциям на 3% по сравнению с 2014 г. (в среднем на 1 станцию 10,7 тыс. вагонов) станции способны обеспечивать простой не более 9,5 часа, а в отдельных случаях – 8 часов для вагона с переработкой и 1,5 часа – без переработки.

Для ускорения продвижения вагонопотоков недостаточно лишь организовать работу сортировочных станций: простои поездов также имеют место на подходах к местам выгрузки. Зачастую сортировочные станции вынуждены перерабатывать значительный объем местного вагонопотока. Так, важнейшая станция Октябрьской железной дороги – Санкт-Петербург-Сортировочный-Московский несмотря в целом на положительную динамику простоя транзитного вагона с переработкой (10,0 часов, что ниже уровня прошлого года на 2,0 часа) и 2,1 часа без переработки (выше уровня прошлого года на 0,2 часа) по-прежнему требует очень больших затрат времени на формирование порожних маршрутов после выгрузки в портах.

Задержки вагонопотока на станциях негативно сказываются на выполнении сроков доставки грузов, а это уже прямые убытки компании. Помочь сортировочным станциям сегодня призваны современные технологии организации подвода поездов, внедрение прогрессивных технических средств. В ряде случаев дифференцировать перерабатываемые вагонопотоки позволяет развитие вспомогательных станций, непосредственно работающих с портами, например станции Лужская.

Структура перевозок в настоящее время такова, что, несмотря на общее снижение объемов, грузопотоки на припортовые дороги сохраняют устойчивую динамику роста (рис. 5). Основной рост достигнут по станции Лужская с 4,3 млн тонн до 26 млн тонн (рост в 6 раз). Максимальная суточная выгрузка в декабре 2014 года достигла более 3500 вагонов, что составляет 30% от среднесуточной выгрузки всех портов России.

Рост объемов экспортных перевозок определил потребность развития портов и припортовых железнодорожных станций в едином комплексе. Впервые в истории современной России такой проект реализован именно здесь. Благодаря транспортной науке и труду железнодорожников Усть-Лужский портовый комплекс вобрал в себя все новейшие технологии, став полигоном отработки инновационных решений. Внедряемые здесь технические средства станут основой для формирования малолюдных технологий сортировочных станций на перспективу до 2025 года (рис. 6).



Рис. 5. Изменение структуры вагонопотоков в порты



Рис. 6. Инновационные технические средства средства станции Лужская

Применяемые на станции технические средства уменьшают вероятность повреждения вагонов при роспуске с горки ниже одной миллионной – внедрение такого комплекса позволит отработать новую технологию работы с опасными грузами 2-го класса. При этом перерабатывающая способность горки составит более 5 тыс. вагонов в сутки, увеличится производительность труда, на четверть сократится энергопотребление.

Решение комплексной задачи увязки информационных и управляющих систем различного уровня заложено в основу разрабатываемой интеллектуальной системы управления железнодорожным транспортом (ИСУЖТ) (рис. 7). Проект ИСУЖТ должен стать единой системой управления перевозочным процессом, инфраструктурой и безопасностью на основе современных технологий. В дальнейшем разработанная система будет тиражирована на сети железных дорог.

С учетом того, что мы находимся в стенах вуза и в зале присутствует много молодежи, хочу обратиться к вам: вы видите, как за последние годы изменилась наша компания? Из потребителя ресурсов мы становимся важнейшим потребителем технологий. Научно обоснованные процессы управления, современные материалы, информационные и интеллектуальные системы – вот далеко не полный перечень потребностей ОАО «РЖД». Это очень важно для нас – в сфере перевозок все сильнее развивается конкуренция, и без инициативных и креативных идей победить в конкурентной борьбе будет невозможно.

Главным активом компании является персонал, целенаправленно реализуются новые проекты по комплексному развитию кадрового потенциала и совершенствованию профессиональных компетенций сотрудников.

При этом от вас, нового поколения железнодорожников, мы ожидаем привнесения новых знаний в работу компании.

ОАО «РЖД» в свою очередь оказывает всю возможную поддержку в профессиональном становлении будущих железнодорожников и молодых специалистов. Подчеркиваю, что компания ОАО «РЖД» относится к кадрам как к своему стратегическому ресурсу.

Искренне желаю вам успешной и плодотворной работы!

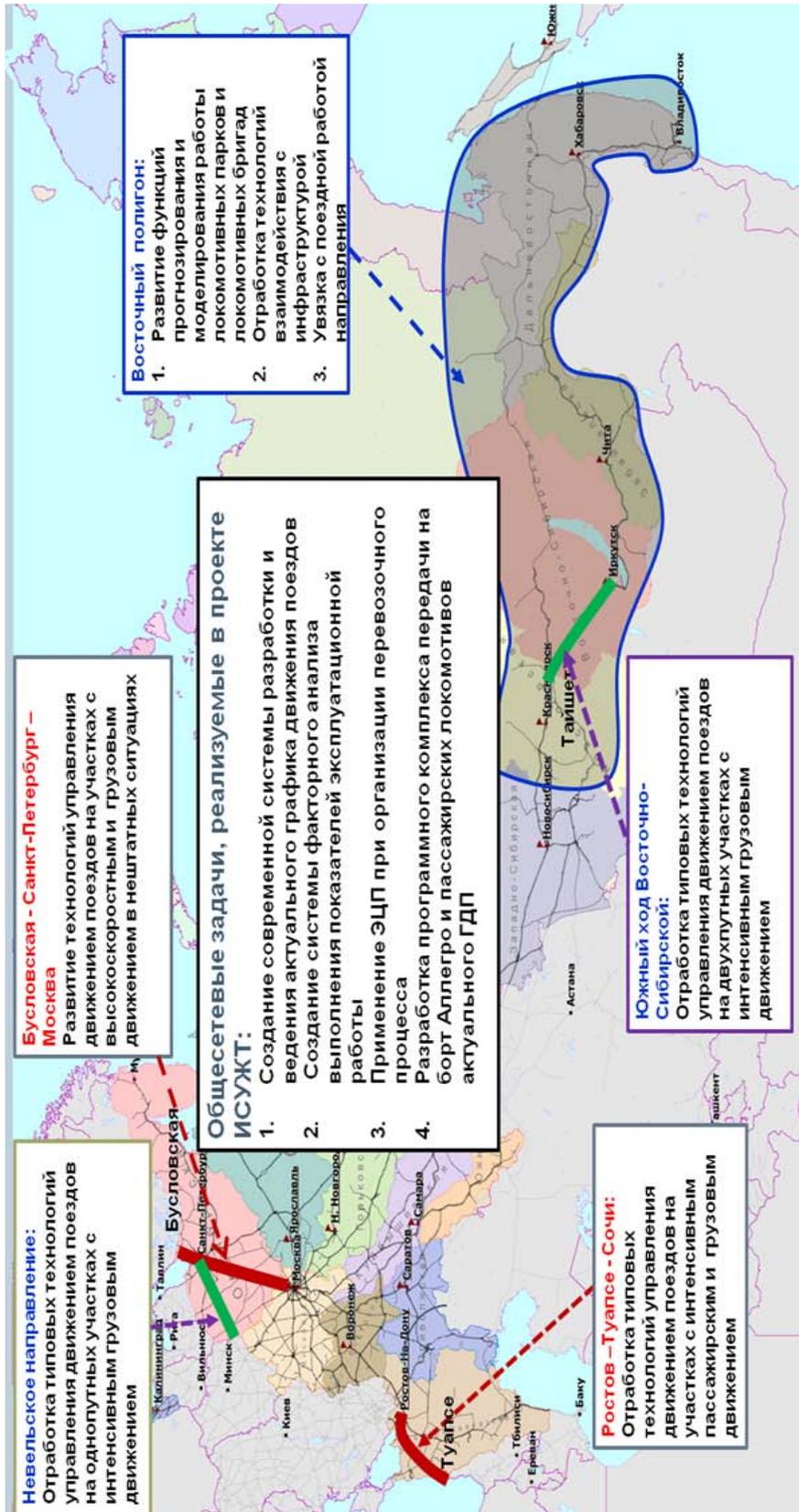


Рис. 7. Реализуемые задачи в проекте ISUZT

РАЗДЕЛ 1. ПОДГОТОВКА ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ ДЛЯ ТРАНСПОРТА

УДК 656.07

К ВОПРОСУ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ ДЛЯ УСТЬ-ЛУЖСКОГО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО УЗЛА

А.А. Краснощёк¹, А.Ю. Паньчев², П.К. Рыбин²

¹ *Открытое акционерное общество «Российские железные дороги» (Москва)*

² *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» (Санкт-Петербург)*

В последние годы в компании ОАО «Российские железные дороги» большое внимание стало уделяться проблеме кадрового обеспечения. Указанная проблема рассматривается в статье в аспекте недостаточной обеспеченности квалифицированными кадрами Усть-Лужского железнодорожного узла. Для этого авторами приводятся общие данные об Усть-Лужском железнодорожном узле, его существующих и перспективных потребностях в квалифицированных работниках, излагаются сведения по проводимым на Октябрьской железной дороге мероприятиям, направленным на решение существующей кадровой проблемы. В качестве эффективного инструмента решения задачи кадрового обеспечения авторами рассмотрена совместная реализации Петербургским государственным университетом путей сообщения Императора Александра I и Октябрьской железной дорогой – филиалом ОАО «РЖД» системы опережающей подготовки специалистов.

Ключевые слова: подготовка кадров, Усть-Луга, железнодорожная станция Лужская, система опережающей подготовки специалистов, программа обучения.

Морской порт Усть-Луга и весь Усть-Лужский транспортный узел являются примером масштабной реализации в нашей стране принципов государственно-частного партнерства. История создания морского порта в Усть-Луге ведет свое начало с 1993 года, когда распоряжением Правительства РФ (№ 728-р от 28 апреля 1993 года) было принято предложение Министерства транспорта РФ, администрации Ленинградской области и мэрии Санкт-Петербурга о строительстве транспортно-технологических портовых комплексов в Финском заливе в Кингисеппском районе (Лужская губа). Функции государственного заказчика по строительству портовых комплексов были возложены на Министерство транспорта РФ.

Стратегическим партнером проекта строительства Усть-Лужского морского порта стало ОАО «Российские железные дороги». Общий объем инвестиций компании в развитие этого порта до 2020 года был запланирован в размере 69,5 млрд. рублей [15]. Но помимо усиления ближайших же-

лезнодорожных подходов к станции Лужская большой объем работ необходимо реализовать и по дальним подходам. В рамках проекта будет построено 115 км новых путей и реконструировано 22 станции [15].

К 2020 году грузооборот порта предположительно должен составить от 80 до 120 млн тонн различных видов грузов в год [12, 16, 19]. На рис. 1 представлена динамика роста грузооборота порта за период с 2007 по 2020 год (прогноз). Уникальность порта Усть-Луга состоит в том, что для его дальнейшего развития имеется свободная территория, в отличие от других портов Северо-Запада России. А главная особенность этого порта заключается в том, что он становится основой комплексного развития прилегающих к нему территорий. Для этого планируется пять направлений развития – пять кластеров: транспортный, транспортно-логистический, припортово-индустриальный, рекреационный и селитебный.

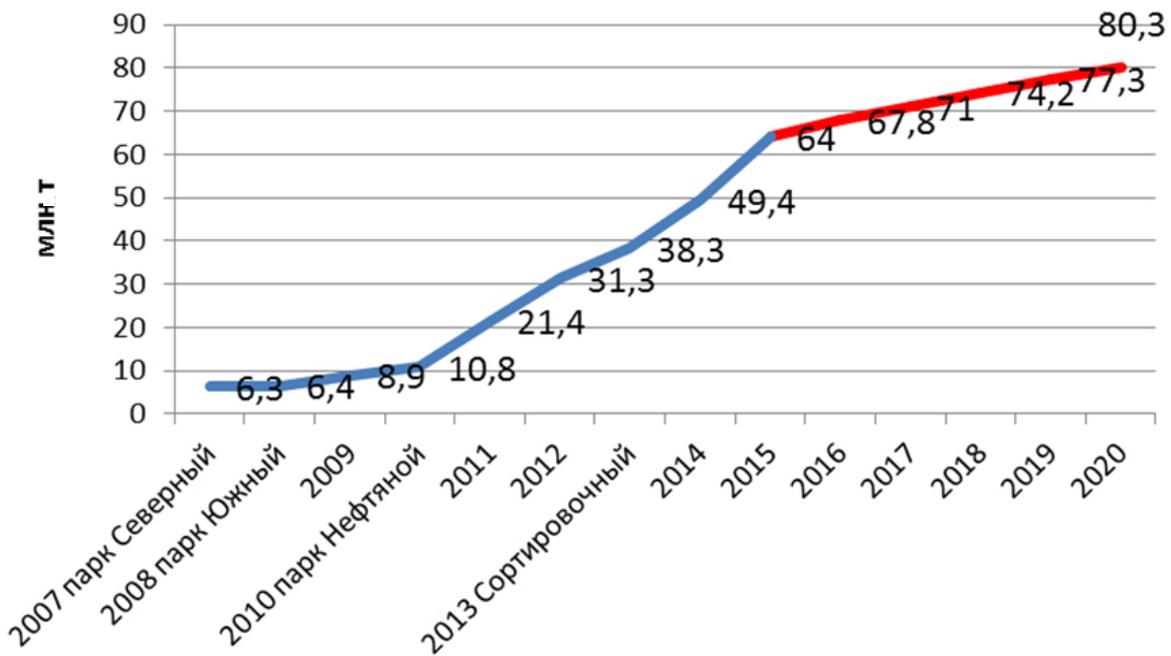


Рис. 1. Фактический и прогнозируемый грузооборот порта Усть-Луга с 2007 по 2020 годы

Для реализации проекта комплексного развития припортовых территорий в Усть-Луге до 2025 года потребуются инвестиции в размере 900 млрд рублей [15].

До 2020 года только на территории порта должно работать как минимум порядка 15 тысяч человек, а с учетом создания сферы сервиса и индустриальной зоны на 2025 год планируется строительство города-спутника на 35 тысяч человек [18]. Очевидно, что Кингисеппский район с численно-

стью населения 79 647 человек [7] не способен решить кадровую проблему узла. И таким образом, по расчетам специалистов, вблизи порта к 2030 году будет проживать почти 50 тысяч человек.

С ростом объемов работы порта потребность в кадрах на транспортных предприятиях узла (терминалы порта и железнодорожная станция) будет расти, и они окажутся конкурентами в борьбе за потенциальных работников.

Следует отметить, что важным фактором выбора места работы чаще всего является уровень заработной платы. На рис. 2, где представлен уровень оплаты труда в разных сферах деятельности в Кингисеппском районе в 2014 году, видно, что конкуренция с другими производственными структурами региона в борьбе за местные кадры у железнодорожников очень высокая и наиболее эффективным решением на тот момент было увеличение размера заработной платы работникам станции Лужская.

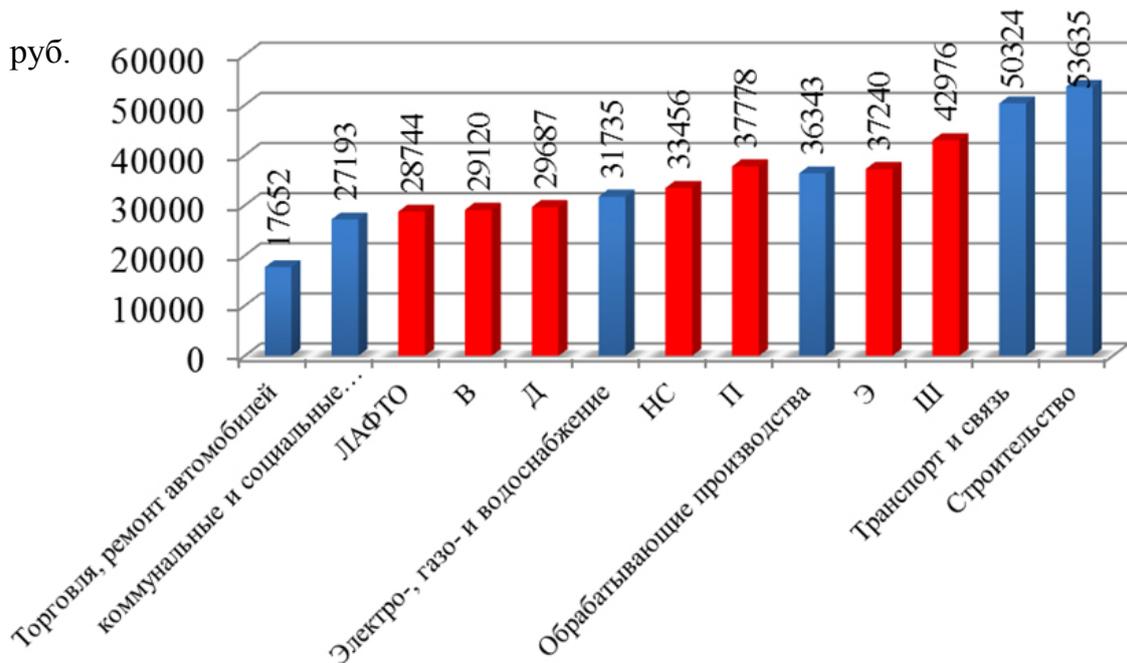


Рис. 2. Средняя заработная плата работников Усть-Лужского транспортного узла в сравнении с заработной платой по отраслям экономики в Кингисеппском районе за 9 месяцев 2014 года

Предпринятое в 2015 году Октябрьской железной дорогой повышение уровня заработной платы на этой станции принципиально изменило ситуацию (рис. 3). Темпы роста заработной платы железнодорожников по станции Лужская в 2015 году были в среднем выше на 23% роста заработной платы работников основных секторов экономики Кингисеппского района.

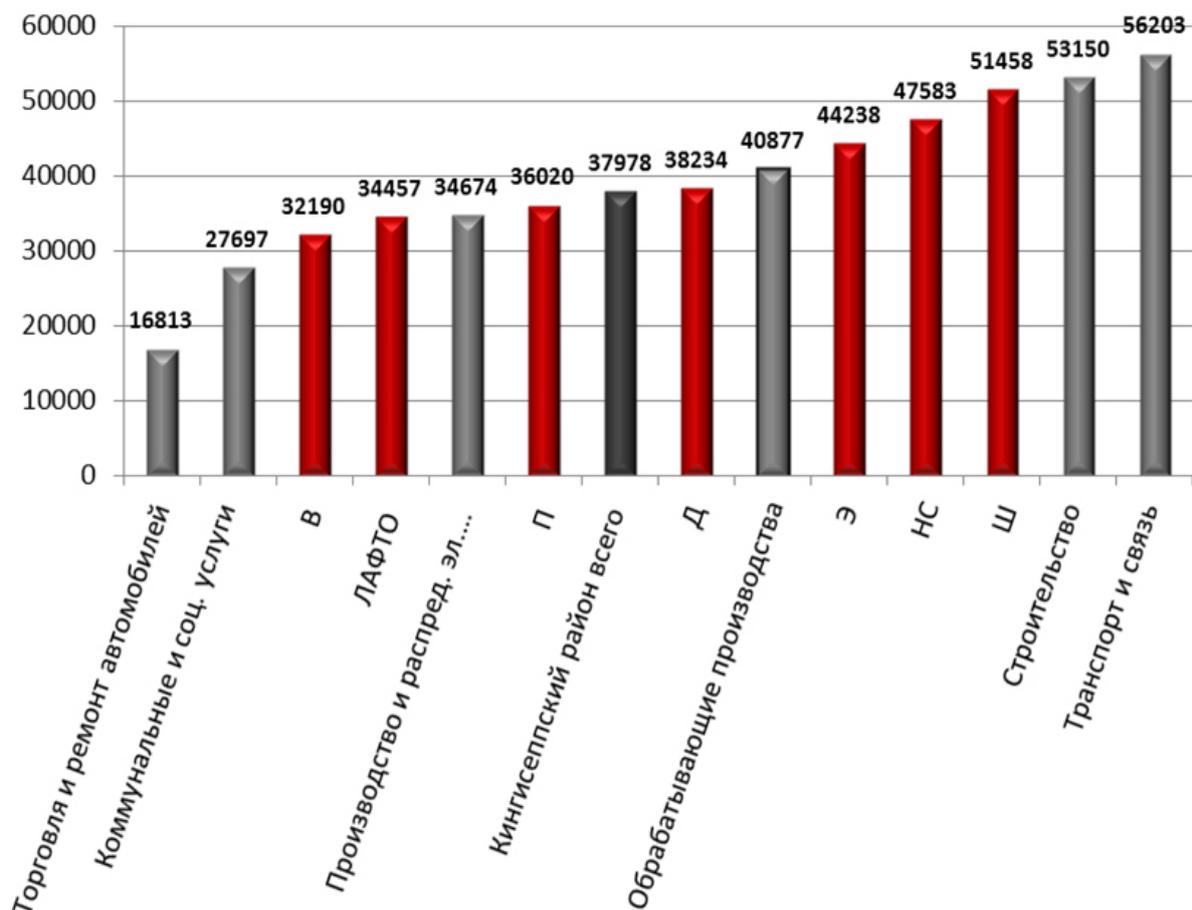


Рис. 3. Средняя заработная плата работников Усть-Лужского транспортного узла в сравнении с заработной платой по отраслям экономики в Кингисеппском районе за 9 месяцев 2015 года

Таким образом, в результате реализованных в 2015 году мероприятий по повышению конкурентоспособности уровня заработной платы работников Усть-Лужского железнодорожного узла по большинству структурных подразделений был обеспечен опережающий темп роста заработной платы над темпом роста заработной платы в экономике Кингисеппского района. Но решение задачи кадрового обеспечения Усть-Лужского железнодорожного узла требовало ещё строительства или аренды жилья для работников, привлекаемых из других регионов, а также создание приемлемой социальной инфраструктуры для закрепления персонала.

Октябрьская железная дорога (ОЖД) в сентябре 2012 года разработала Программу подготовки персонала для обслуживания Усть-Лужского узла на период до 2015 года, согласно которой предусматривалась подготовка 779 специалистов разного уровня и повышение квалификации 1026 работников.

Прогноз нормативной потребности в кадрах в Усть-Лужском железнодорожном узле представлен на рис. 4.

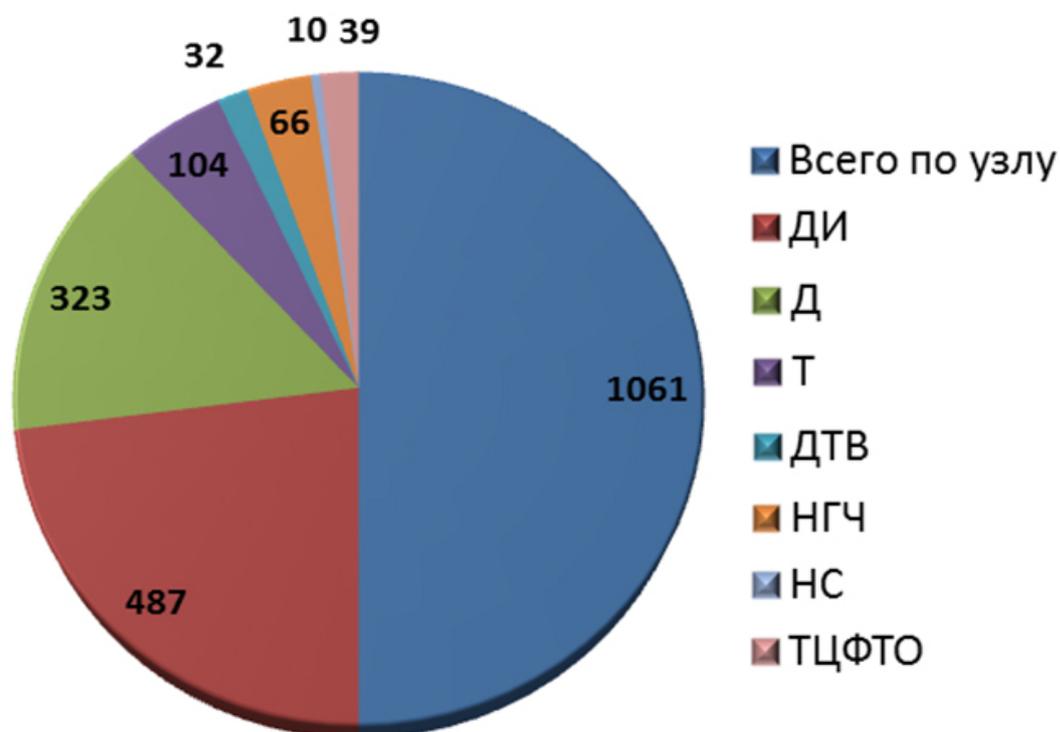


Рис. 4. Прогноз нормативной численности Усть-Лужского узла по основным дирекциям и структурным подразделениям ОАО «РЖД»

На заседании Технико-технологическом совета ОЖД в январе 2015 года были детально рассмотрены мероприятия по обеспечению кадрами станции Лужская [20]. Их анализ показывает, что несмотря на положительный конечный результат, в ходе решения поставленной задачи возникали серьезные проблемы.

Опыт формирования кадровой структуры станции Лужская показывает, что на строящихся припортовых станциях преимущественно требуются специалисты с высшим и средним профессиональным образованием (порядка 51–55% от общей численности), которых необходимо готовить по соответствующему профилю с учетом уровня текучести кадров, присущих соответствующему объекту и региону, потребности в ротации работников и обеспечения прогнозируемого роста объемов работы узла на перспективу.

ОАО «Российские железные дороги» требовательно относится к проблеме кадрового обеспечения, в том числе по станции Лужская [8, 17]. Компанией детально проанализирована складывающаяся ситуация с кад-

рами в отрасли, и её руководство вполне реалистично осознает основные моменты, создающие проблемы для корпоративной кадровой политики.

В качестве структур, призванных оказать содействие в решении проблем кадрового дефицита, ОАО «РЖД» приоритетно обозначает отраслевые образовательные организации Росжелдора как в вопросе обучения и повышения квалификации специалистов, так и рабочих кадров.

В этой связи наиболее эффективным представляется совместная реализация университетским комплексом ПГУПС и Октябрьской железной дорогой системы опережающей подготовки специалистов по существующим и новым специальностям и направлениям подготовки. При этом очень важно учитывать опыт решения подобных задач нашими предшественниками.

Система опережающей подготовки кадров появилась в конце 80-х годов XX века, когда совместным постановлением Государственного комитета СССР по труду и социальным вопросам, Государственного строительного комитета СССР и Министерства финансов СССР от 4 апреля 1988 года было утверждено «Типовое положение о порядке комплектования и опережающей подготовки кадров для строящихся, расширяемых, реконструируемых и технически перевооружаемых предприятий и производственных мощностей» [5]. Целью этого документа являлось создание нормативной базы для своевременного обеспечения квалифицированными кадрами предприятий за счет «внутриотраслевого перераспределения рабочей силы, включая высвобождаемых работников, направления выпускников профессионально-технических училищ, средних специальных и высших учебных заведений...», а также использования механизма опережающей подготовки кадров по отношению к установленным срокам пуска в действие соответствующих объектов.

Основные цели реализации системы опережающей подготовки кадров в Усть-Лужском железнодорожном узле или на других транспортных предприятиях представлены на рис. 5.

Сегодня от вуза и структуры, заказывающей подготовку специалиста, требуется обоюдная корректировка подхода к вопросу целевой подготовки.

В первую очередь, ОАО «РЖД» и её структурные подразделения, а также иные организации, заинтересованные в подготовке для них специалистов, должны взвешенно подходить к отбору абитуриентов-целевиков перед их поступлением в высшее учебное заведение.

На рис. 6 приведены данные о проходном балле абитуриентов, поступающих в Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС) на общих основаниях за последние

годы. Как показывает практика, проходной балл у целевиков ОАО «РЖД», имеющих согласно Правилам приема [1, 4] свой конкурс, ниже на 15–20%, что чаще всего обусловлено низким уровнем подготовки школьников «с линии» и отсутствием реальной возможности выбора абитуриентов в ряде мест железнодорожной сети.

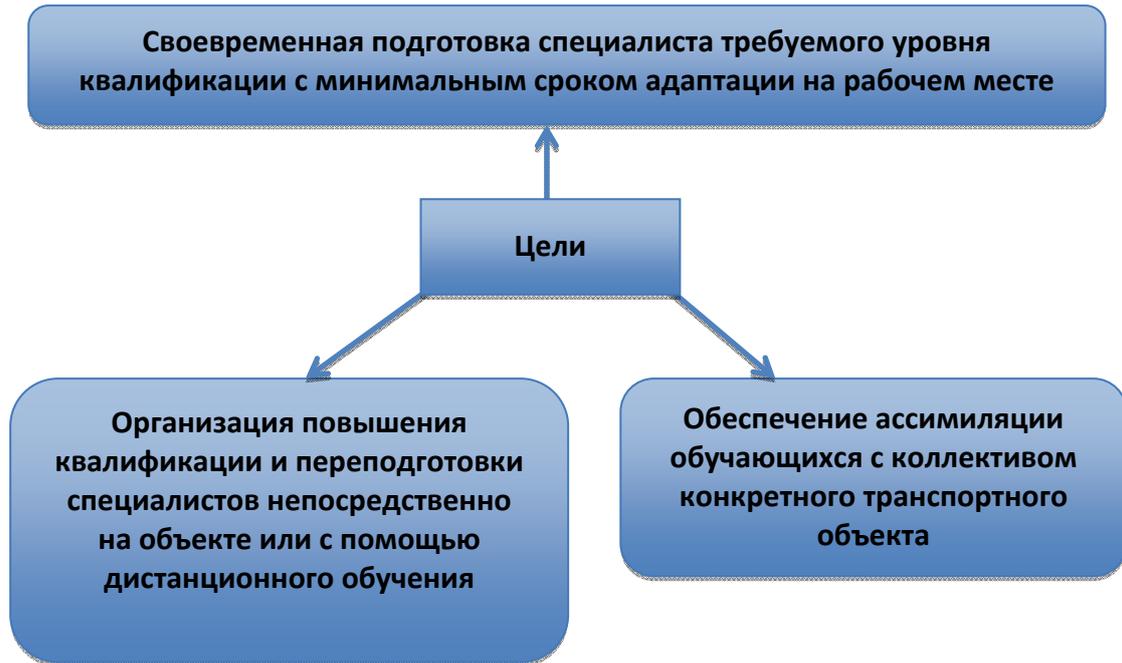


Рис. 5. Основные цели реализации системы опережающей подготовки в Усть-Лужском железнодорожном узле

Во-вторых, следует менять тактику набора абитуриентов-целевиков с учетом перспектив развития или строительства железнодорожных объектов.

В настоящее время в соответствии с приказом Министерства образования и науки РФ [3] и приказом Федерального агентства железнодорожного транспорта [6] нормативы подушевого финансирования по государственным услугам в отношении контингента, принимаемого на обучение на первый курс, например, по очной форме обучения в Санкт-Петербурге, составляет всего 71 тыс. рублей на подготовку одного специалиста в год. Учитывая существующие инфляционные процессы и необходимость сокращения сроков адаптации выпускника вуза – молодого работника ОАО «РЖД», возможно, компании следует ещё раз проанализировать вопросы достаточности финансирования отраслевым вузам по дополнительным программам обучения для студентов-целевиков.

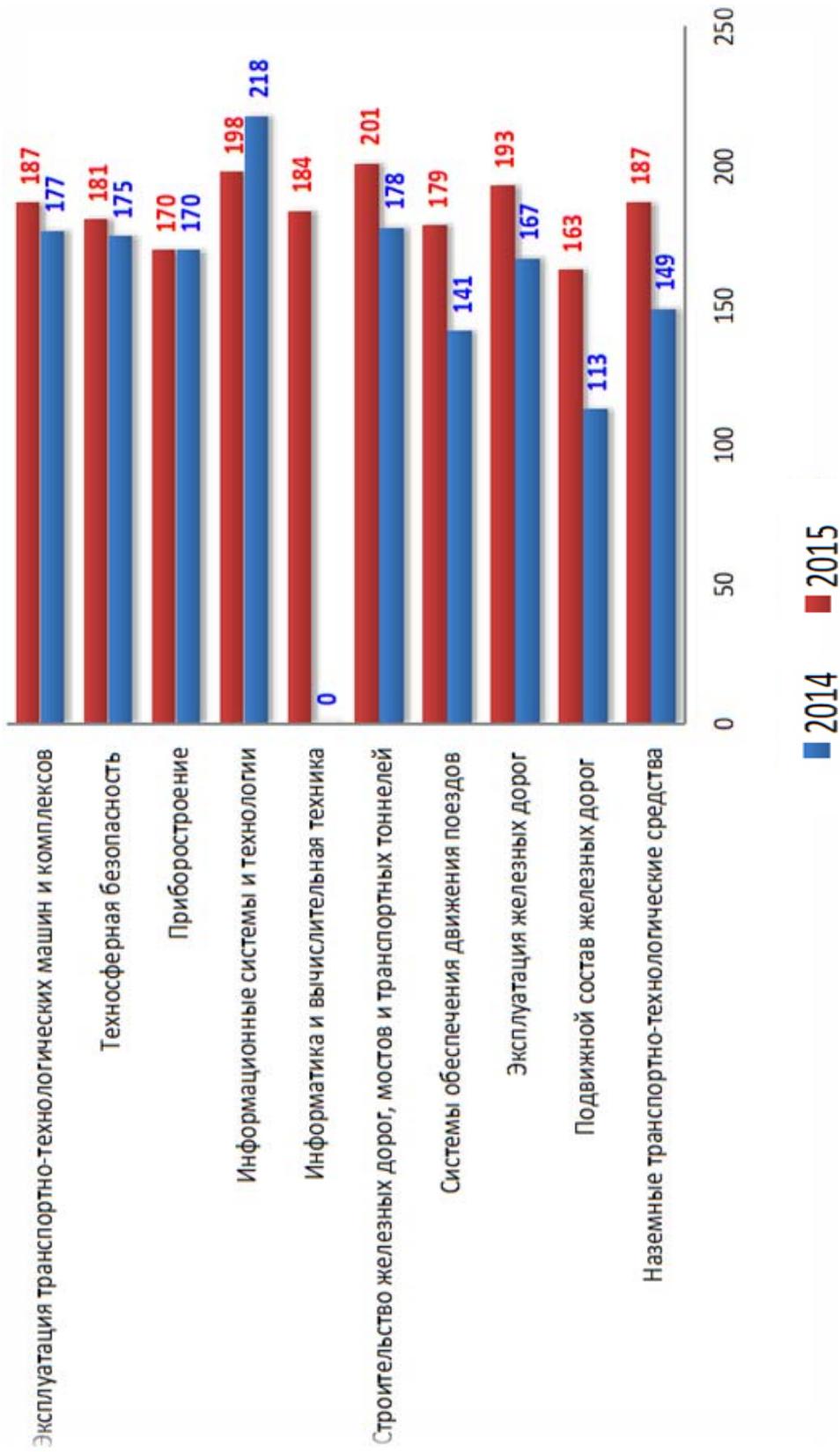


Рис. 6. Проходной балл на инженерные специальности и направления подготовки в ПГУПС

Кроме того, в жестких условиях Федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС), выражающихся в существенном сокращении часов на практическую подготовку студентов, необходимо найти решения, которые обеспечат требуемый уровень полученных профессиональных навыков, в том числе по рабочим профессиям.

В течение последних двух лет в университете продолжается работа по формированию базовых кафедр с созданием на предприятиях ОЖД специализированных площадок для организации производственной практики и научных исследований студентов на современном техническом оборудовании. Но не только базовые кафедры способствуют реализации системы опережающей подготовки специалистов для железной дороги. Важной частью этого процесса становятся научно-образовательные центры (НОЦ), создаваемые при кафедрах университета и имеющие свои филиалы на предприятиях Октябрьской железной дороги. Такие как, например, НОЦ «Мультимодальные транспортные системы» с филиалом на станции Лужская, целью создания которого являются организация работы студенческого производственного отряда «Движенец», проведение научных исследований по созданию информационно-управляющего логистического центра на станции Лужская, мониторинг развития Усть-Лужского транспортного узла, проведение выездных конференций и семинаров, стажировки преподавателей. Кроме того, он должен стать площадкой для выездных занятий преподавателей ПГУПС с работниками станции и филиалом университетского центра дистанционного обучения.

Совместная работа с Октябрьской дирекцией управления движением по обеспечению деятельности студенческого отряда «Движенец» позволила реализовать своего рода поэтапное «погружение» студентов в работу: практика на станции Лужская в качестве дежурных и приемосдатчиков груза и багажа, их последующая преддипломная практика на этой станции и комплексная защита дипломных проектов по вопросам совершенствования технологии и развития инфраструктуры Усть-Лужского железнодорожного узла (рис. 7). По завершении обучения часть из них были приняты на работу в штат станции Лужская. Благодаря такой системе организации практики удалось не только «погрузить» студентов в проблематику работы станции, но получить от них конкретные предложения по изменению станционной технологии, которые впоследствии были использованы.

Но особенно важно обеспечить реализацию подобного подхода по тем направлениям подготовки вуза, которые должны в перспективе быть востребованы на железнодорожном транспорте, но по которым ещё не сложилась стабильная практика функционирования соответствующих структур. Например, речь идет о профиле «Логистика» направления подготовки «Менеджмент».



Рис. 7. Защита комплексного дипломного проекта

Необходимо отметить, что очень важно обеспечить непрерывность, своевременность и целенаправленность опережающей профессиональной подготовки кадров, поскольку получаемые компетенции необходимы для успешной профессиональной деятельности. И это будет иметь эффект только тогда, когда и ОАО «РЖД», и университет полностью синхронизируют свои усилия, а подготовка специалистов будет рассматриваться как совместный проект развития компании.

Библиографический список

1. Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cjns_doc_law_140174.
2. Распоряжение Правительства РФ от 30 декабря 2012 года № 2620-р «Об утверждении плана мероприятий («дорожной карты») «Изменения в отраслях социальной сферы, направленные на повышение эффективности образования и науки» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.rg.ru/pril/76/89/67/2620_plan.pdf.
3. Приказ Министерства образования и науки РФ от 8 декабря 2014 года № 1553 «О внесении изменений в приказ Министерства образования и науки РФ от 29 апреля 2014 года № 420 «О перечне и составе стоимостных групп специальностей и направлений подготовки по государственным услугам по реализации основных профессиональных образовательных программ высшего образования – программ бакалавриата, специалитета, магистратуры, подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), ординатуры и ассистентуры-стажировки, итоговых значениях и величине составляющих базовых нормативных затрат по государственным услугам по стоимостным группам специальностей и направлений подготовки, корректирующих коэффициентах, по формам обучения (очно-заочная, заочная), формам реализации образовательных программ (сетевая), по используемым образовательным технологиям (дистанци-

онные образовательные технологии, электронное обучение) в отношении контингента, принимаемого на обучение на первый курс в 2015 году, на весь период обучения» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://минобрнауки.рф/4982>.

4. Приказ Министерства образования и науки РФ от 28 июля 2014 года № 839 «Об утверждении Порядка приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в 2015/2016 учебном году» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://минобрнауки.рф/4812>.

5. Постановление Государственного комитета СССР по труду и социальным вопросам (№ 183) Государственного строительного комитета СССР (№ 41) и Министерства финансов СССР (№ 60) от 4 апреля 1988 года «Об утверждении типового положения о порядке комплектования и опережающей подготовки кадров для строящихся, расширяемых, реконструируемых и технически перевооружаемых предприятий и производственных мощностей» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=ESU;n=25592;dst=100001>.

6. Приказ Федерального агентства железнодорожного транспорта от 11 марта 2015 года № 73 «Об утверждении итоговых значений и величины составляющих базовых нормативных затрат по государственным услугам по стоимостным группам специальностей и направлений подготовки в отношении контингента, принимаемого на обучение на первый курс в 2015 году, для учреждений, подведомственных Росжелдору» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=EXP;n=618876>.

7. Федеральная служба государственной статистики (РОССТАТ). Численность населения Российской Федерации по муниципальным образованиям на 1 января 2015 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat/ru/statistics/publications/catalog>.

8. Распоряжение ОАО «Российские железные дороги» от 5 сентября 2013 года № 1908-р «Об утверждении программы по привлечению, удержанию и закреплению кадров ОАО «РЖД» на период до 2030 года» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://jd-doc.ru/2013/sentyabr-2013/4741-rasporjazhenie-oao-rzhd-ot-05-09-2013-n-1908r>.

9. Боруха С.Ю., Верзунова Л.В. Технология междисциплинарной опережающей подготовки профессиональных кадров в условиях интеграции образования, науки и производства // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 4.

10. Голубкова М. Возле порта Усть-Луга построят город-спутник // Российская газета, 17.04.2011 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rg.ru/2011/04/17/reg-szapad/port.html>.

11. Жгулев Е.В. Опережающее управление подготовкой кадров для органов управления региона // Вопросы экономики и права. – 2015. – № 3. – С. 46–48.

12. Магистралы, ведущие в порт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ust-luga.ru/pr/?id=118&s=digest>.

13. Нотченко В.В., Жукова М.В. Исследование проблемы текучести кадров на промышленных предприятиях [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://pskgu.ru/projects/pgu/storage/wt/wet02/wet02_16.pdf.

14. Нотченко В.В., Звягинцева Т.В. Исследование причин текучести кадров на российских промышленных предприятиях // Решение проблем развития предприятий: роль научных исследований: материалы II Международной научно-практической конференции, 20 ноября 2012 г. – С. 1–15.

15. Порт – это только начало [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ust-luga.ru/pr//id=277&land=ru>.

16. Дятел Т. Порт Усть-Луга удваивает обороты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kommersant.ru/doc/2365345>.

17. Синяева Л.П., Додорина И.В., Герасимова Е.А. Текучесть кадров как индикатор адекватности управления предприятием [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://e-koncept.ru/2013/13539.htm>.

18. Спутник в порту [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.ust-luga.ru/pr/?id=583&land=ru.

19. Стратегия развития морской портовой инфраструктуры России до 2030 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.rosmorport.ru/media/File/State-Private_Partnership/strategy_2030.pdf.

20. Материалы Технико-технологического совета Октябрьской железной дороги (27 января 2015 года).

УДК 331.45

ФОРМИРОВАНИЕ КУЛЬТУРЫ БЕЗОПАСНОСТИ КАК ПРОБЛЕМА РАЗВИТИЯ ПЕРСОНАЛА ОТРАСЛИ: СМЫСЛ И ПРАКТИКА

Н.А. Латышева

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II» (Москва)

Культура безопасности стала ключевой компетенцией и парадигмой современной организации. Ее формирование и обеспечение становится задачей руководителей всех уровней иерархии компании. Неоценимую роль в этом вопросе играет учет и анализ социально-психологического фактора.

Ключевые слова: безопасность, культура безопасности, человеческий фактор, девиантность.

Человеческий фактор в обеспечении культуры безопасности на железной дороге играет первостепенную роль. Но в условиях современного производства сформированные в процессе эволюции биологические защитные механизмы часто оказываются неэффективными. Несоответствие врожденных адаптационных способностей человека окружающей его обстановке и выполняемым функциям требует осознанных действий по обеспечению безопасности на разных уровнях, аспектах и ипостасях. Проблема обеспечения безопасности во всех сферах современного общества всегда актуальна и значима.

Деятельность любого предприятия является разносторонней и связана с решением множества вопросов: организационных, технических, кадровых, правовых и экономических проблем. В современных условиях хозяйствования в России деятельность предприятий является весьма сложной. И это обусловлено не только общим состоянием российской экономики, макроэкономическими деформациями, но и рядом специфических факторов, усиливающих активизацию угроз безопасности.

В условиях нестабильной экономической ситуации процесс успешного функционирования и экономического развития российских компаний во многом зависит от совершенствования их деятельности в области обеспечения всех видов безопасности предприятия.

В Законе РФ «О безопасности» понятие «безопасность» определяется как состояние защищенности жизненно важных интересов. Данная область должна относиться не только к сфере компетенции государства и специальных органов. В соответствии с законом, безопасность – это состояние защищенности жизненно важных интересов личности, общества и государства от внутренних и внешних угроз.

Безопасность (в широком смысле) – это состояние объекта, при котором ему не угрожает опасность, сохраняется его независимость, надежность, целостность, есть защищенность от опасностей или существующих угроз. Безопасность любого объекта (мирового сообщества, страны, региона, предприятия, человека и пр.) свидетельствует, что он в состоянии решить стоящие перед ним задачи, а в случае возникновения различного рода непредвиденных обстоятельств, опасностей или угроз в состоянии от них защититься или восстановить свою работоспособность.

Функционирование железнодорожной отрасли всегда было связано с проблемами безопасности и их реализацией. ОАО «РЖД» как мировому транспортно-логистическому холдингу сегодня требуется адекватная политика в области формирования и поддержания культуры безопасности.

Постановка данной проблемы и введение ее в практическую деятельность свидетельствует о растущем профессиональном и мировоззренческом потенциале менеджмента холдинга. Если исходить из следующих определений культуры и безопасности движения:

– культура – это система ценностей, жизненных представлений, образцов поведения, норм, совокупность способов и приемов человеческой деятельности, реализованных в предметных, материальных носителях (средствах труда, знаках) и передаваемых последующим поколениям;

– безопасность движения – это состояние железнодорожной транспортной системы, при котором на всех стадиях перевозочного процесса обеспечивается безопасность жизни и здоровья людей, природы, материальных ценностей и различных технических комплексов, – то культура безопасности движения означает уровень человеческого и социального осознания в вопросах обеспечения безопасности жизни и социальных ценностей, защиты от угроз и рисков в опасных и чрезвычайных ситуациях на транспорте.

Наряду с уникальностью каждой конкретной системы безопасности существуют общие для всех принципы, такие как:

- законность, т.е. меры по обеспечению безопасности разрабатываются на основе и в рамках действующих правовых актов;
- комплексность использования сил и средств;
- координация взаимодействия внутри и вне предприятия;
- сочетание гласности с секретностью;
- компетентность;
- экономическая целесообразность;
- плановость работы;
- системность, непрерывность, постоянность;
- своевременность.

На состояние безопасности влияют множество факторов. Усиление или ослабление безопасности может иметь объективную и субъективную причины. Может быть злой умысел или элементарная недобросовестность, некомпетентность, отсутствовать дисциплинированность. Как показывают опыт и результаты научного анализа, человеческий фактор в чрезвычайных, нестандартных ситуациях всегда занимает одно из ключевых позиций. (Например, от 55 до 90% несчастных случаев в промышленности и на транспорте происходят по прямой вине пострадавших, что указывает на определяющее влияние психики и социально-культурных качеств на безопасность.). Исследования показывают, что выбор действий и их результативность зависят как от сознательных, так и бессознательных психических

процессов. При этом среди других причин травматизма наряду с техническими и организационными заметный вес имеет вина коллег по работе, т.е. причина психологического свойства.

Организационные причины несчастных случаев также могут иметь психологическую подоплеку из-за недостаточного учета составителями инструкций и правил человеческого фактора.

Причины травматизма могут носить технический, организационный характер. Но при этом человеческий фактор всегда имеет место. Так, например, при составлении инструкций и правил их авторами он часто упускается из виду, что приводит к организационным причинам несчастных случаев. В нештатных ситуациях, происходящих вследствие неисправности техники, также существенна роль человека. (Как правило, сам работающий производит подготовку, профилактику и проверку техники перед работой, и именно его упущения являются причиной отказов.)

В нашей стране термин «культура безопасности» впервые появился в технических заключениях при расследовании аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 г. Пристальное внимание к этому вопросу на железнодорожном транспорте возникло после расследования за рубежом крушений поездов в 80–90-х гг. прошлого века. Они показали, что глубинным основанием выявленных непосредственных причин таких крушений послужила «недостаточная культура безопасности». На западных железных дорогах были разработаны и введены в действие руководства методического характера, направленные на создание, оценку и инспектирование культуры безопасности в железнодорожных организациях [1].

В конце 2013 г. Европейское железнодорожное агентство опубликовало руководящие указания по культуре безопасности. Были высказаны пожелания железнодорожным (и не только) компаниям развивать культуру безопасности, встраивая ее не только в систему менеджмента безопасности (во все элементы этой системы), но и в общую систему менеджмента организации. При этом отмечалось, что необходимо опираться на характер организационной культуры в разрезе региональной и национальной культуры [2].

Фактор культуры производственных отношений в коллективах организаций железнодорожного транспорта стал играть заметную роль и особенно проявляться при выполнении правил безопасности движения и эксплуатации технических средств.

Анализ влияния социально-психологического фактора подтвердил значение психологии в обеспечении безопасности профессиональной деятельности. Сегодня широко реализуется практическое применение положений психологии безопасности на современном производстве. Речь идет,

прежде всего, о профессиональном отборе, обучении, психокоррекции, психогигиене и менеджменте безопасности.

На основе полученной и проанализированной информации разрабатывается и официально утверждается концепция безопасности компании, которая представляет собой систему взглядов, идей, целевых установок, пронизанных единым замыслом.

Для реализации столь важного стратегического направления для каждого объекта безопасности (материальные ценности, продукция, персонал, информация и т.д.) должна быть разработана концептуальная модель (алгоритм). Система безопасности должна работать самостоятельно по единым утвержденным в компании принципам. А руководитель организации должен при любых условиях владеть ситуацией. И последнее слово в принятии решения остается неизменно за ним. При этом культура безопасности движения должна охватывать всю полноту циклов взаимодействия работников-исполнителей и руководителей всех уровней. Признаки культуры безопасности движения (например, управляемость процессов, положительная обратная связь, вовлеченность персонала, мониторинг вероятных и выявленных проблем безопасности, системный подход к детерминации нарушений безопасности) должны присутствовать на всех уровнях управления организации холдинга «РЖД» при всем различии задач, решаемых на этих уровнях, и при отличиях в характере деятельности. Только при таком подходе может достигаться достаточная полнота развития культуры безопасности движения.

Научные исследования, наблюдения, практика показывают значимость социальных и психологических факторов в обеспечении безопасности движения. Кадры и профессиональная среда, в которой они находятся и работают, формируют уровень безопасности на транспорте.

Примером фундаментального подхода к обеспечению культуры безопасности в компании могут служить исследования состояния этого процесса. Так, в начале 2015 года проведено масштабное изучение состояния культуры безопасности движения на полигоне Московской железной дороги. Изучалась мотивация и социально-психологический климат в трудовых коллективах. Результаты исследования показали наличие множества положительных аспектов в состоянии культуры безопасности (все необходимые индикаторы соответствуют допустимым и положительным сетевым значениям). Руководители в целом ответственно относятся к вопросам культуры безопасности и демонстрируют на личном примере подобное отношение своим подчинённым [3]. Но выявлены также узкие и проблемные места, которые требуют пристального внимания и соответствующих меро-

приятый. Основы и понятия культуры безопасности должны разделять не только руководители, но и рядовые сотрудники. Например, персонал Московской железной дороги недостаточно включен в решение проблем в безопасности движения. Работники не видят возможности повлиять или внести свои идеи в действующую систему, т.е. их мнение недостаточно учитывается при организации движения поездов, при разработке локальных нормативных документов и формировании профилактических мероприятий, направленных на минимизацию рисков в обеспечении безопасной работы. Остается проблемой налаживание эффективных коммуникаций и качественного обмена информацией.

Представления о взаимосвязи безопасности с личными качествами человека необходимы при психологическом отборе профессионалов и помогают подготовить их к действиям в сложной обстановке. Важнейшей задачей обучения является также предупреждение ошибок, приводящих к авариям. Факторы, влияющие на психику человека в процессе профессиональной деятельности, должны учитываться при разработке мероприятий по психокоррекции и психогигиене. Психосоциальный аспект безопасности необходимо принимать во внимание при организации и управлении производственным процессом.

Изменения в поведенческих моделях современной личности могут создавать проблемное поле при реализации концепции безопасности и формировании культуры безопасности. Здесь имеется в виду так называемая проблема девиантности, или девиантного поведения. Данные социологических опросов и экспертных оценок показывают увеличение числа лиц с отклонениями в социальном поведении. Это свидетельствует о нарастании количества работников-девиантов.

Девиантным называется такое поведение индивида, которое отклоняется не только от общепринятых норм деятельности, но и слабо соответствует понятию разумности. Девиантное поведение относится к моральному нездоровью субъекта.

Негативное отступление от норм и образцов делового поведения свойственно каждому. Но у девианта неумение применять сложные нормы на практике в деловых ситуациях и нигилизм образа «примерного работника», сознательное игнорирование и активное отрицание предписаний нормативной нравственности становится поведенческой моделью. Предрасположенность индивида к девиантному поведению – достаточно устойчивая черта психики, которая подталкивает его к нарушению технологической и профессиональной дисциплины. Поэтому необходимо в процессе профессионального отбора и аттестации персонала выявлять личностей с

этими признаками и выстраивать особую систему работы с ними. Иначе нештатных проблем не миновать.

Таким образом, для обеспечения безопасности наряду с традиционными техническими и организационными мероприятиями следует широко использовать психологические приемы, учитывая социальный аспект проблемы. Эффективными являются приемы, основанные на использовании объективных закономерностей поведения человека перед лицом опасности. Поведение определяется, с одной стороны, личными качествами индивидуума, с другой стороны – внешними факторами, влияющими на его состояние. При этом имеются большие различия между психическими процессами на стадиях зарождения и развития опасной ситуации.

В настоящее время становится ясным, что вопросы обеспечения безопасности должны решаться не только путем жесткого нормирования этой сферы деятельности, т.е. с помощью законов, регламентов, правил, инструкций, стандартов, других нормативных актов в области безопасности, или путем внедрения новых технических средств. Как бы тщательно они ни прорабатывались, реализация устанавливаемых технических, технологических, организационных и правовых норм остается за людьми, всегда по-своему осознающими предъявляемые к ним требования и воплощающими их в конкретные действия.

Вопросы культуры безопасности многогранны и всегда актуальны. Без осознания понимания важности внедрения и поддержания системы менеджмента безопасности движения среди работников невозможно эффективно управлять технологическими процессами.

Библиографический список

1. Иванюта Т.Н. Основные подходы к формированию системы экономической безопасности на предприятиях // Молодой ученый: научный журнал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.moluch.ru/archive/51/6347>.
2. Лидеры России на рынке безопасности объектов различного назначения и сложности // Директор по безопасности: интернет-журнал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.s-director.ru/enterprise.html>.
3. Официальный сайт ОАО «РЖД» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rzd.ru>.

УДК 378.1

ОЖИДАЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ ОТ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ЛОГИСТИКИ

Э.В. Шишкина, Ю.Н. Панова

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» (Санкт-Петербург)

В статье проанализированы 100 рекламных объявлений с двух самых популярных российских сайтов по поиску вакансий (HeadHunter.ru и Rabota.ru), на основе которых выявлены основные ожидаемые компетенции от специалистов в области логистики.

Ключевые слова: логистика, компетенции, подготовка специалистов.

В настоящее время логистика играет важную роль в процессах глобализации мировой экономики. Ее значимость подтверждается с каждым годом. Для того чтобы процесс развития и совершенствования логистики не замедлялся, необходимы квалифицированные кадры.

Должность логиста является почетной и востребованной, но при этом и ответственной, поскольку логист – это специалист, который планирует, организует и координирует рациональное и эффективное движение товаров, услуг и сопутствующей информации от исходной точки до конечного потребителя в целях удовлетворения требований клиентов по приемлемой цене. Найти компетентных специалистов в области логистики становится все труднее, несмотря на то, что подготовка кадров ведется как на базе высшей школы (с 2000 года в семи ведущих экономических вузах России, включая Санкт-Петербургский государственный инженерно-экономический университет (СПбГИЭУ) и Санкт-Петербургский государственный университет экономики и финансов (СПбГУЭФ)), так на основе бизнес-образования и корпоративного обучения логистов.

С 2000 г. высшая профессиональная подготовка логистов осуществлялась по стандартам второго поколения, которые заменили стандарты, введенные в 1993 г. Образование по специальности «Логистика» предоставлялось в двух упомянутых выше вузах.

В 2006 г. появилась новая специальность – 080506 «Логистика и управление цепями поставок», подготовку по которой начали Санкт-Петербургский государственный политехнический университет (СПбГПУ) и Минерально-сырьевой университет «Горный» (МСУ).

С принятием в 2009–2011 гг. образовательных стандартов третьего поколения упразднили специальность 080506, выделили направление «Менеджмент», куда наряду с другими профилями вошла и логистика. Профиль «Логистика» в направлении «Менеджмент» открылся во многих вузах Северо-Западного федерального округа (СЗФО), включая Петербургский государственный университет путей сообщения (ПГУПС).

С тех пор (за 12 лет) в СЗФО было выпущено около 1000 дипломированных специалистов. Вместе с тем данная цифра в десять раз меньше реальной потребности рынка труда в СЗФО в сфере логистики и закупок (по данным сайта www.hh.ru, согласно размещенным вакансиям в 2012 г.). Основной спрос на логистов в Северо-Западном регионе РФ сконцентрирован в Санкт-Петербурге [1].

Рост спроса и интереса к логистике как к «инструменту» бизнеса можно считать закономерным следствием развития теоретических основ логистики в высшей школе России. Изменение стандартов в области образования создало условия для формирования российского уровневого высшего профессионального образования (появление бакалавриата и магистратуры) в рамках общеевропейского образовательного пространства, а также привело к акцентированию требований к результатам освоения основных образовательных программ подготовки в виде компетенций.

В этой связи для определения ожидаемых общих компетенций, которые востребованы в сфере логистики, было проанализировано около 100 рекламных объявлений с двух самых популярных российских сайтов по поиску вакансий (HeadHunter.ru и Rabota.ru) за 1 мес.

На первом этапе выделены четыре основные категории вакансий в сфере логистики – ведущий менеджер по логистике, менеджер по логистике, диспетчер-логист, помощник логиста. Результаты проведенной работы выявили, что наиболее востребованной должностью в настоящее время является менеджер по логистике (56%). Для данной должности требуется высшее образование. Далее по степени популярности следует должность диспетчер-логист (21%), претендовать на которую можно с высшим и средним профессиональным образованием. Для помощника логиста (14%) допускается незаконченное высшее или же среднее профессиональное образование. Последней, по частоте появления в объявлениях, оказалась должность ведущего менеджера по логистике (9%), для которой необходимо наличие обязательного высшего профессионального образования (рис. 1).

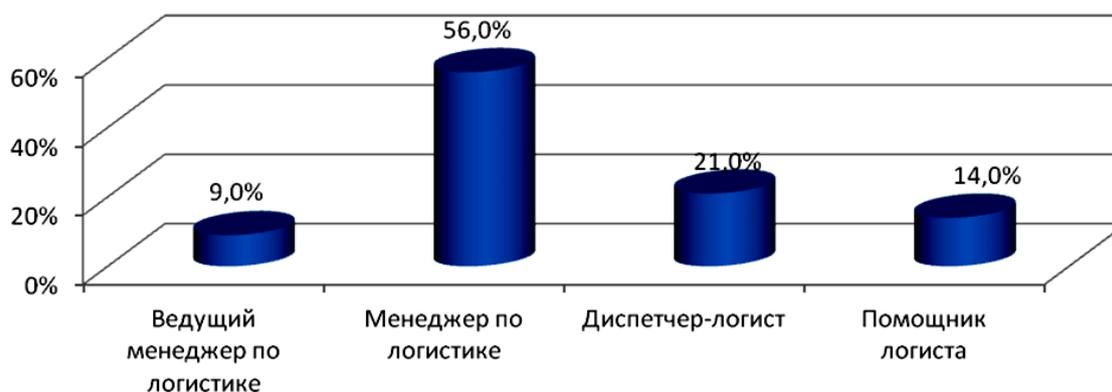


Рис. 1. Распределение основных вакансий в сфере логистики

На втором этапе было проанализировано содержание рекламных объявлений и выделены следующие общие компетенции, ожидаемые от специалистов: владение иностранным языком, грамотная устная и письменная речь (умение вести деловой диалог), базовые знания пользователя персонального компьютера, расширенные знания в области информационных и компьютерных технологий (ИКТ), профессиональный опыт, межкультурный опыт, гибкость и успешная адаптация к изменяющимся условиям труда, высокая обучаемость новому в процессе работы.

Посмотрев на диаграмму (рис. 2), можно заметить, что наименее востребованной компетенцией являются межкультурный опыт (8%). «Гибкость» специалиста и «знание иностранного языка» имеют средние значения (48 и 56%). Наиболее востребованной компетенцией оказалось наличие профессионального опыта (83%).

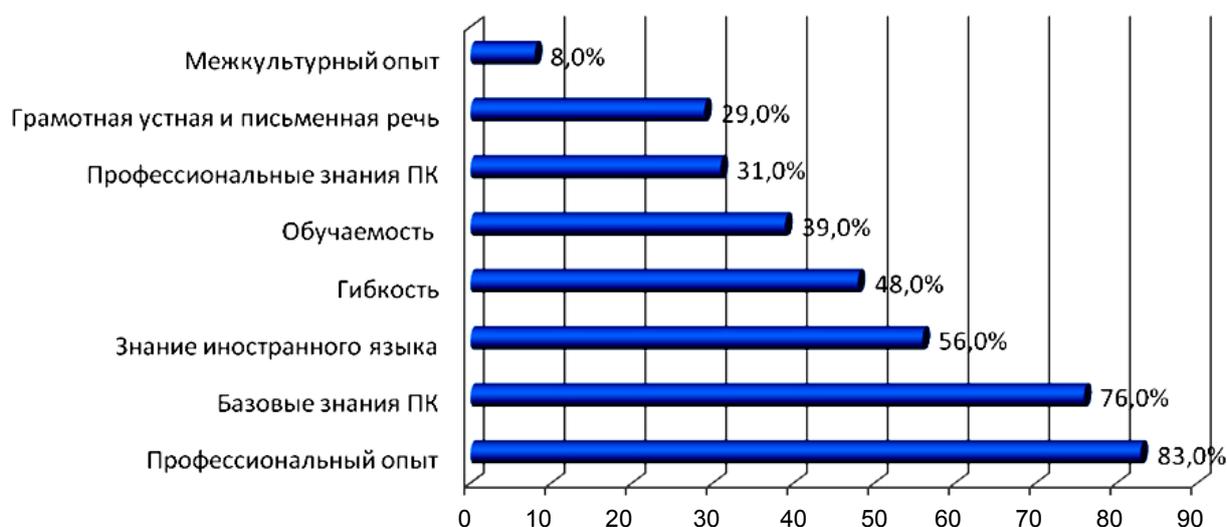


Рис. 2. Ожидаемые компетенции от логистов

На основе анализа компетенций в отношении выделенных профессиональных групп в сфере логистики были сделаны следующие выводы. Профессиональный опыт, базовые знания пользователя ПК и знание иностранного языка являются более важными компетенциями для квалифицированного специалиста (менеджера по логистике). «Высокая обучаемость» и «расширенные знания пользователя ПК» встречались чаще в вакансиях должности помощника логиста. Диспетчеру-логисту необходимо, прежде всего, обладать базовыми знаниями пользователя ПК, а также профессиональным опытом. Более высокая должность, но пока менее популярная – ведущий менеджер по логистике, требует все вышеперечисленные компетенции (профессиональный опыт, навыки, присущие уверенному пользователю ПК, знание иностранного языка), включая умение вести деловые переговоры, грамотно излагать свои мысли в устной и письменной речи.

Таким образом, проведенное исследование показало, что наиболее востребованными кадрами на рынке труда являются эксперты (менеджеры по логистике), а в не руководящих должностях – диспетчеры-логисты. Среди разнообразных компетенций, которые с точки зрения компаний являются определяющими при трудоустройстве логистов, для всех вакансий наименее важной компетенцией оказалось наличие межкультурного опыта, а наиболее значимой – приобретенный профессиональный опыт.

Аналогичное исследование, выполненное в Германии, свидетельствует о том, что профессиональный опыт и базовые знания пользователя ПК являются более востребованными для квалифицированного рабочего в области логистики, чем для специалиста или эксперта, как правило, находящегося в руководящей должности. В профессиональной группе «специалист» наиболее часто встречающейся компетенцией оказалось знание иностранного языка, которое менее значимо для двух других профессиональных групп (эксперта и квалифицированного рабочего). Математические способности и межкультурный опыт являются определяющими компетенциями для экспертных позиций [2]. По мнению авторов исследования, удивительно низкая востребованность знаний иностранного языка в двух других категориях (кроме квалифицированного рабочего), очевидно, не отражают тенденцию к глобализации в логистической отрасли. Также весьма ограниченный спрос на межкультурный опыт и «гибкость» специалистов приводит к выводу о весьма этноцентрической ориентации логистических компаний, т.е. стратегии управления транснациональной корпорацией, при которой общее управление корпорацией максимально сосредоточивается в штаб-квартире на родине фирмы.

В целом, приобретаемые общие компетенции создают предпосылки для дальнейшего развития специалистов-логистов. Для отражения же профессиональных компетенций, которые востребованы в сфере логистики, требуется проведение дополнительного исследования, актуальность которого обусловлена наличием ряда сложных задач, ожидающих неотложных решений от специалистов, в том числе при снижении логистических затрат, составляющих высокую долю в ВВП России.

Библиографический список

1. Лукинский В.С., Носкова Е.В. Состояние системы подготовки логистов в Северо-Западном регионе России // *Логистика*. – 2013. – №. 7 – С. 28–31.
2. Wünsche S., Kotzab H., Teller C. In search of excellence: what is the competence and qualification profile of logistics managers // *Proceedings 26th conference of the nordic logistics research network-NOFOMA*. – 2014. – P. 235–248.

РАЗДЕЛ 2. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ЛОГИСТИКИ

УДК 656.2

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ И ЛОГИСТИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ УЧАСТНИКОВ ПРИ ПЕРЕВОЗКАХ НЕФТЕНАЛИВНЫХ ГРУЗОВ В ПОРТ УСТЬ-ЛУГА

В.М. Соколов, Е.А. Архипова, Б.В. Сабиров, Е.А. Руденко

Общество с ограниченной ответственностью «Трансойл» (Санкт-Петербург)

В статье представлен опыт организации логистики и перевозок нефтеналивных грузов в порт Усть-Луга железнодорожным оператором ООО «Трансойл», доля которого в поступающих на перевалку в порт объемах составляет 70%. Отмечены достигнутые положительные результаты взаимодействия ООО «Трансойл» с участниками транспортировки нефтеналивных грузов. Обозначено также несовершенство сложившейся практики работы с вагонами-цистернами на выгрузке в порту, что оказывает негативное влияние на бизнес и ресурсовладельца, и железнодорожного оператора, и терминалов, а также ухудшает показатели функционирования сетевой инфраструктуры и порта. В качестве решения выявленных проблем предложено создать сервисный центр ООО «Трансойл» в районе Усть-Лужского железнодорожного узла. Результаты проведенной проектной проработки показали, что появление центра окажет положительное влияние на развитие бизнеса всех вовлеченных в перевозочный процесс участников. В завершение отмечены преимущества комплексной услуги на основе практического опыта ее применения в течение семи месяцев 2015 года и обозначен статус проработки взаимодействия ООО «Трансойл» с участниками перевозочного процесса с использованием электронного документооборота на плече перевозок Кириши – Лужская.

Ключевые слова: эффективное взаимодействие участников перевозочного процесса, вертикально-интегрированные нефтяные компании, специализированный подвижной состав, комплексная услуга, электронный документооборот, сервисный центр ООО «Трансойл», эффективность для бизнеса.

По итогам 2015 года объем перевалки нефтяных терминалов порта Усть-Луга, а именно терминала «Усть-Луга Ойл» и терминала «Сибурпортэнерго», должен составить 30 млн тонн, из которых 28 млн тонн будет приходиться на перевалку «Усть-Луга Ойл», и 2 млн тонн составит перевалка «Сибурпортэнерго». Указанные объемы грузов поступают на терминалы в вагонах-цистернах по железной дороге.

Доля железнодорожного оператора ООО «Трансойл» в общем объеме погрузки нефтеналивных грузов в адрес терминалов уже достигла 70%. Объем перевозок компанией нефтеналивных грузов в направлении порта Усть-Луга за 5 лет увеличился в 4,2 раза – с 5 млн тонн в 2011 году до 21 млн тонн в 2015 году (согласно актуальному плану-прогнозу).

В 2015 году наливные терминалы практически вышли на проектные мощности, в эксплуатацию введены все эстакады. Цифры показывают, что терминал «Усть-Луга Ойл» способен одновременно принимать груз по светлым нефтепродуктам в объеме 144 вагонов-цистерн (порядка 8,64 тыс. тонн), по темным нефтепродуктам – в объеме 382 вагонов-цистерн (порядка 22,9 тыс. тонн). «Сибурпортэнерго» одновременно принимает светлые нефтепродукты в объеме 72 вагонов-цистерн (4,32 тыс. тонн).

Можно констатировать, что на сегодняшний день объединенная мощность нефтеналивных терминалов определяет ведущую позицию порта Усть-Луга среди всех портов России по перевалке нефтеналивных грузов.

С одной стороны, это почётная роль, с другой стороны – она задает высокий уровень требуемой технологичности терминалов порта, которая обеспечит непрерывный и слаженный процесс следования грузов всех видов из пункта отправления в конечный пункт назначения.

93% объемов грузов, что без малого составляет 19,5 млн тонн в год, следующих в порт в парке «Трансойл», приходит на перевалку в «Усть-Луга Ойл». Оставшиеся 7%, или 1,5 млн тонн, следуют в адрес терминала «Сибурпортэнерго».

Из 30 млн тонн компания сегодня перевозит 21 млн тонн. Поэтому для «Трансойл» бесперебойность и высокое качество логистики грузопотоков на используемых плечах перевозок представляет важнейшую задачу. Её оптимальное решение может быть достигнуто исключительно при организации и отладке четкого взаимодействия между всеми участниками возникающих логистических цепочек.

Эффективное использование пропускных способностей инфраструктуры общего и необщего пользования, наращивание перерабатывающих способностей терминалов, – является прямой задачей каждого из участников перевозочного процесса. Участниками являются: грузоотправитель, владелец инфраструктуры, перевозчик; железнодорожный оператор-экспедитор, маневровый портовый оператор-экспедитор, грузополучатель (терминал).

На сегодняшний день на грузопотоках, следующих в Усть-Лугу, в парке «Трансойл» удалось создать и успешно применять технологии взаимодействия участников логистики по следующим направлениям процесса доставки груза в порт, его перевалки и погрузки в танкер:

<i>Направление</i>	<i>Участники</i>
Подача заявок ГУ-12 и согласование графика подач	Грузоотправитель, терминал, железнодорожный оператор

Планирование подвода поездов к железнодорожной станции в соответствии с потребностями в выгрузке

Перевозчик, владелец инфраструктуры, железнодорожный оператор и терминал

Подача и уборка вагонов в соответствии с потребностями в выгрузке

Маневровый портовый оператор ОАО «ПУЛ транс», терминал

Оформление порожних вагонов после выгрузки

Перевозчик, владелец инфраструктуры, железнодорожный оператор

В рамках взаимодействия ООО «Трансойл» с ОАО «ПУЛ транс» удалось улучшить координацию действий по своевременной подаче и уборке вагонов на/с нефтеналивных терминалов порта.

Продолжается разработка мероприятий по постепенному переходу на комплексное обслуживание подвижного состава при погрузке–разгрузке. Это крайне важно и для выполнения требований терминалов по ритмичности функционирования и для соответствия такту портовой деятельности в целом. Пока ещё бывают периодические сбои на стыке «железная дорога – порт», но в 2015 году все же их стало заметно меньше по сравнению с предыдущими годами, что повысило эффективность нефтеперерабатывающих бизнес-единиц крупнейших вертикально интегрированных нефтяных компаний страны, железнодорожного оператора, маневрового портового оператора ОАО «ПУЛ транс», нефтеналивных терминалов, порта Усть-Луга в целом. Сегодня на железнодорожных путях терминалов одновременно может выгружаться 600 вагонов.

Клиенты «Трансойл» все активнее настаивают на том, чтобы на усть-лужских перевозках под погрузку оператор подавал 100% годных вагонов и, крайне желательно, поездным формированием. Последнее требование клиенты выдвигают в связи с ставшими привычными за последние годы инфраструктурными ограничениями ОАО «РЖД».

В сутки на нефтеналивные терминалы Усть-Луги только «Трансойл» подает в среднем 950–1000 груженых вагонов, часть из которых приходит собственными поездными формированиями (СПФ). Помимо «Трансойл» в направлении нефтеналивных терминалов Усть-Луги работают и другие железнодорожные операторы, и их клиенты также заинтересованы как в бесперебойности логистики, так и в приеме под погрузку 100% годных вагонов.

Общее количество прибывающих в сутки в порт вагонов-цистерн, по оценке, составляет не менее 1000–1200 единиц. На другие терминалы ежедневно прибывает еще порядка 2000–2200 вагонов. Таким образом, в сутки порт Усть-Луга принимает в среднем по 3000–3200 груженных вагонов. Конечно, порт заинтересован в своевременном высвобождении инфраструктуры от всех разгруженных вагонов, без их простоя на припортовых и портовых железнодорожных путях.

Таким образом, в условиях отмеченной масштабности грузо- и вагонооборота основная задача «Трансойл» сводится к тому, чтобы все вагоны после выгрузки своевременно уходили в обратном направлении и возвращались на погрузку подготовленными в составе поездных формирований. Вагоны, следующие в порт СПФ, согласно технологии следуют обратно в безотцепочном состоянии. Оставшиеся 600 вагонов следуют в порт маршрутами, а обратно – и маршрутами, и «в разборках». С точки зрения ведения бизнеса можно сделать однозначный вывод, что если эти 600 вагонов после выгрузки своевременно будут уходить в обратном направлении и возвращаться на погрузку подготовленными в составе поездных формирований, то можно будет говорить об эффективности организации логистических процессов и взаимодействия их участников. Как этого добиться?

Как известно, вагон-цистерна относится к классу специализированного подвижного состава и требует специальной подготовки под погрузку, – осмотра, в том числе технического, выполнения ряда регламентных работ, промывки-пропарки. При этом далеко не на всех железнодорожных станциях, с которых осуществляется отправление груженных составов, предусмотрены эстакады предварительного осмотра и подготовки вагона перед наливом, не везде организованы пункты технического осмотра вагонов.

Приведем ряд цифр по парку «Трансойл». В настоящее время из 600 вагонов оператора ежедневно, после выгрузки, бракуется и/или отправляется в ремонт 51 вагон, или 8,5% суточного вагонопотока (искл. СПФ). Из 51 вагона порядка 11 вагонов выбраковываются прямо в порту, еще 29 вагонов отцепляются в пути следования, и 11 вагонов отцепляются в текущий отцепочный ремонт (ТОР) и бракуются на эстакадах налива. Это приводит к тому, что при 98%-ной маршрутизации груженных вагонов маршрутизация порожних составляет лишь 50%.

За 8 месяцев 2015 года, соответственно, в порт прибыло 133,5 тыс. груженных вагонов (искл. СПФ), из них 130,8 тыс. в составе маршрутных поездных формирований. Убыло в составе маршрутных поездных формирований 50% всех вагонов, или 72,4 тыс. порожних вагонов. Оставшиеся 61,1 тыс. вагонов, или 7,6 тыс. вагонов в месяц, или 254 вагонов в сутки (около 4 составов), проследовали группами в составе «разборок».

Эти 254 вагона ежедневно занимают железнодорожные пути в порту, что задерживает прием поступающих груженых составов. Далее, они занимают инфраструктуру Октябрьской железной дороги, сортировочные станции, приводя к излишней сортировочной работе, занимают инфраструктуры других дорог, что снижает техническую скорость на сети, приводит к излишней маневровой работе, скапливаются вблизи станций погрузки, где не всегда есть пункты технического осмотра вагонов, участки осмотра вагонов-цистерн, их подготовки под налив, в том числе промывки-пропарки, что вызывает нарекания клиентов, поскольку тормозит процесс подвода под погрузку и вывода на сеть груженых составов.

Все это приводит к потере бизнес-эффективности всех участников перевозочного процесса – грузоотправителей, ж/д оператора, маневрового портового оператора ОАО «ПУЛ транс», ОАО «РЖД», терминалов порта Усть-Луга и самого порта.

Железнодорожному оператору «Трансойл» приходится задействовать значительно больше парка на одних и тех же направлениях перевозок, и это существенно ухудшает его экономику. Управление парком должно быть эффективным, иначе теряется суть всего бизнеса.

Кроме того, приходится взаимодействовать со многими сервисными предприятиями, расположенными по пути следования вагонов, и здесь также возникает просадка по экономике. Зачастую эти компании назначают ничем не обоснованные высокие цены на услуги, но в отсутствие альтернативы железнодорожный оператор вынужден соглашаться на невыгодные условия.

Железнодорожному оператору приходится передерживать парк годных под погрузку вагонов вблизи станций погрузки во избежание нехватки вагонов, чтобы выполнить требования заказчика. Простой вагонов железнодорожного оператора – это его прямые экономические потери. Ведь основным критерием эффективности бизнеса железнодорожного оператора является выполнение условия: вагон *должен работать*.

В 2014 году компания «Трансойл» провела серьезную проектно-исследовательскую работу по поиску решения обозначенной проблемы. В результате был разработан проект сервисно-инфраструктурной площадки (сервисного центра), который железнодорожными путями необщего пользования будет примыкать к парку «Нефтяной» железнодорожной станции Лужская.

Основными элементами создаваемого сервисного центра должны быть:

1. Железнодорожные пути необщего пользования, на которых можно отстаивать вагоны, производить их осмотр и подготовку («по холодной»), а также формировать маршруты из порожних вагонов;

2. Участок для проведения ТОР. По оценке, мощность участка ТОР, организованного ОАО «РЖД» в порту Усть-Луга, недостаточна для обслуживания всех отцепляемых в порту вагонов. Кроме того, в случае «Трансойл» речь идет о специализированном подвижном составе, поэтому для него целесообразно организовать отдельный участок ТОР;

3. Безусловным преимуществом сервисного центра является его возможность готовить вагон «по горячей». На сегодняшний день существует разнообразные технологии, которые позволяют сделать весь процесс промывки-пропарки котла вагона-цистерны компактным и безопасным для окружающей среды;

4. Вагоноремонтное депо для оказания услуг по плановым ремонтам «на месте», которое заберет на себя плановый ремонт выбракованных вагонов и тем самым решит вопрос о простое таких вагонов в порту, на инфраструктуре Октябрьской железной дороги.

Создание сервисной площадки такого класса позволит, во-первых, решить основную проблему сложившейся логистики «Трансойл» по Усть-Луге, а именно – выводить из порта уже подготовленные годные под погрузку вагоны поездными формированиями и заезжать такими формированиями на железнодорожные станции погрузки, о чем говорят клиенты «Трансойл».

Ремонтируя и готовя каждый вагон собственными силами, «Трансойл» сможет полностью контролировать и управлять процессом возвращения вагонов на станции погрузки, а значит оптимизировать и количество задействованных в перевозках вагонов, и качество их ремонта и подготовки, и, что важно, оборачиваемость каждого вагона.

Порт Усть-Луга получит возможность дальнейшего развития восточной части, разгрузится от простаивающих вагонов, что может способствовать повышению ритмичности и такта работы нефтеналивных и других портовых терминалов-резидентов.

Для Октябрьской железной дороги создание сервисной площадки позволит высвободить путевое развитие парка «Нефтяной» станции Лужская, исключить перемещение негодных вагонов в ТОР внутри Усть-Лужского железнодорожного узла и необходимость дополнительной сортировочной работы на сортировочных и технических станциях отправления порожних вагонов «Трансойл» со станции Лужская в разборочных поездах, будет способствовать повышению уровня порожней маршрутизации на дороге.

Появление сервисной площадки, на которой производится вся необходимая работа по подготовке поездных формирований из годных вагонов-цистерн, положительно повлияет на возрастание технической скорости на

сети, сокращение сроков доставки, а также будет означать внедрение на инфраструктуре общего пользования передовой полигонной технологии по ускоренному безотцепочному проследованию составов, что результируется снижением нагрузки на инфраструктуру сразу восьми железных дорог, – и это только по грузопотокам клиентов «Трансойл».

Для владельца инфраструктуры также важно, что повысятся гарантии исполнения обязательств по соглашению о стратегическом партнерстве между ОАО «РЖД» и ОАО «НОВАТЭК», заключенному на период до 2020 года.

Несмотря на очевидную высокую актуальность создания сервисной площадки для всех без исключения участников рассмотренных логистических процессов, реализация этого проекта в настоящее время приостановлена до момента его согласования ОАО «РЖД».

Если этот проект на текущий момент находится в стадии рассмотрения и анализа, то еще один проект, разработанный «Трансойл», уже реализуется с февраля 2015 года.

Речь идет о комплексной услуге «перевозка + перевалка», которую «Трансойл» начал оказывать для одной из крупнейших вертикально интегрированных нефтяных компаний России ОАО «Газпром-нефть». Пока что технология комплексной услуги реализована на объемах мазута, следующего по железной дороге в вагонах-цистернах с железнодорожной станции Яничкино Московской железной дороги на терминал «Усть-Луга Ойл». Общий объем нефтеналивных грузов по комплексной услуге на текущий момент составляет порядка 300 тыс. тонн.

Технологией комплексной услуги предусмотрено, что для ее заказчика действует принцип «одного окна», в условиях которого по вопросам организации перевозки груза по железной дороге и последующей перевалки груза на терминале он взаимодействует с единственным контрагентом. Для ОАО «Газпром-нефть» по объемам мазута Московского нефтеперерабатывающего завода на сегодняшний день таким контрагентом является железнодорожный оператор «Трансойл».

Применение технологии комплексной услуги на практике показывает ее экономическую и технологическую эффективность для всех участников логистического процесса. За счет сосредоточения и четкой координации звеньев логистической цепочки в руках железнодорожного оператора клиент, сам железнодорожный оператор, терминал получили возможность повысить, соответственно, объемы производства и отгрузки продукции, объемы перевозок и перевалки. Владелец инфраструктуры и перевозчик ОАО «РЖД» получило гарантированный и устойчивый грузопоток, ста-

бильную продуктивную загрузку инфраструктуры нескольких железных дорог, с одновременным снижением их *эксплуатационной нагрузки*, и, как следствие, сокращением текущих эксплуатационных расходов. В условиях применения комплексной услуги удастся минимизировать случаи неритмичной погрузки, несвоевременного подвода парка вагонов и подачи его под выгрузку, а значит, инфраструктура не занимается брошенными поездами.

В четвертом квартале текущего года планируется применить данную технологию на объемах грузов, следующих в порт с железнодорожной станции Комбинатская Западно-Сибирской железной дороги.

Приведем еще один пример успешного развития логистических технологий «Трансойл» в рамках обслуживания клиентских грузопотоков, следующих в порт Усть-Луга.

Компания «Трансойл» принимает активное участие в организации электронного документооборота между всеми участниками перевозочного процесса в Усть-Лужском железнодорожном узле – на опытном полигоне перевозок нефтепродуктов Кириши – Лужская.

В Усть-Лужском железнодорожном узле уже завершена разработка системы обмена электронными документами между ОАО «РЖД» и:

грузополучателем нефтепродуктов ОАО «Усть-Луга Ойл» на станции Лужская (памятка приемосдатчика, вагонный лист, акт общей формы и другими документами);

маневровым оператором ОАО «ПУЛ транс» на станции Лужская (электронный документооборот по планированию совместно с ОАО «Усть-Луга Ойл» и железнодорожным оператором ООО «Трансойл» подач вагонов);

грузоотправителем ООО «КИНЕФ» на станции Кириши (памятка приемосдатчика, вагонный лист, акт общей формы и др. документы);

железнодорожным оператором ООО «Трансойл» на станции Лужская (электронный документооборот по планированию совместно с ООО «КИНЕФ» подач вагонов);

грузополучателем ООО «Трансойл» на станции Кириши в адрес ПРС (памятка приемосдатчика, вагонный лист, акт общей формы и др. документы).

В целях повышения эффективности начинается совместное тестирование обмена электронными документами между ОАО «РЖД» и грузополучателем ООО «Трансойл» на станции Кириши (по порожним вагонам, следующим в адрес ПРС): памятки приемосдатчика, уведомления формы ГУ 2В и ГУ 2Б, вагонные листы, акты общей формы.

Для ускорения оформления документов сотрудники ООО «Трансойл» и ОАО «РЖД» будут использовать мобильные рабочие места непосред-

ственно на пути у вагонов. Планируемый переход в режим продуктивной эксплуатации – 1 декабря 2015 года.

В завершение следует еще раз отметить, что технологическая и логистическая оптимизация крайне важна для успешного развития бизнеса всех участников организуемых логистических процессов.

Компания «Трансойл» способна повышать эффективность взаимодействия участников перевозочного процесса, ведь качество транспортно-логистических технологий, используемых при перемещении продукции от грузоотправителя к конечному грузополучателю, в настоящее время становится одним из определяющих факторов успешности взаимодействия ресурсовладельца и потребителя, а следовательно, и всех транспортных компаний, вовлеченных в обслуживание соответствующих грузопотоков.

УДК 656.22

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФОРМИРОВАНИЯ СУДОВЫХ ПАРТИЙ НА СТАНЦИИ «9 КМ» В АДРЕС ПРИПОРТОВЫХ СТАНЦИЙ АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО БАСЕЙНА НА ОСНОВЕ СОЗДАНИЯ МУЛЬТИМОДАЛЬНОГО ЛОГИСТИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТНОГО ЦЕНТРА

В.Н. Зубков, Е.В. Рязанова

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения»
(г. Ростов-на-Дону)*

Даётся оценка мероприятий по взаимодействию портов и железной дороги в Азово-Черноморском бассейне на примере станции Новороссийск в случае создания районного мультимодального логистического транспортного центра (МЛТЦ) на построенной узловой станции «9 км», в основные функции которого входит регулирование продвижения поездов на подходах и корректировка очередности подвода полезного груза. При этом в качестве инструмента регулирования используется путевое развитие станции «9 км». Вносятся предложения по переносу части работы с припортовой станции Новороссийск на станцию «9 км», и делается оценка появившихся возможностей у припортовой станции в связи с освобождением перерабатывающих мощностей. В статье приводятся результаты расчетов по сокращению простоев вагонов на станции, находящихся на ответственности железной дороги, и связанных с этим эксплуатационных расходов, потребностей в путевом развитии и задержек поездов на подходах к транспортному узлу. Полученные результаты указывают на возможность повысить перерабатывающую способность припортовой станции и сократить её несоответствие с перерабатывающей способностью путей

необщего пользования, если оно присутствует. В итоге это позволит согласовывать большие объемы погрузки в адрес порта Новороссийск и получить дополнительные доходы за перевозку грузов, а также устранить задержки поездов, нарушения сроков доставки и выплаты неустоек.

Ключевые слова: взаимодействие, районный мультимодальный логистический транспортный центр, технология, простой вагонов на ответственности железной дороги, эксплуатационные расходы, путевое развитие.

За последние годы российские экспортные перевозки претерпели ряд положительных изменений, которые привели к повышению количества и качества предоставляемых транспортных услуг. Грузооборот портов Северо-Кавказской железной дороги (СКЖД) как составного звена транспортного комплекса Южного региона растет, железнодорожные и автомобильные перевозки становятся все более востребованными. Возросшие требования к качеству выполняемых транспортных услуг порождают необходимость систематизации и оптимизации затрат времени и денежных средств на транспортировку грузов. Один из возможных способов решения данной задачи заключается в образовании регионального и районного уровней логистических центров транспортного комплекса региона. В целом же создание информационно-логистического центра в форме автономной некоммерческой организации напрямую связано с увеличением грузопотоков, эффективное развитие которых будет невозможно без глобальных телекоммуникаций, информационных систем и информационно-компьютерных технологий. Возрастание роли информационных потоков в глобальной логистике обусловлено следующими основными причинами.

Во-первых, для потребителей во всем мире информация о статусе заказа, наличии товара, сроках поставки, отгрузочных документах и т.п. является необходимым элементом потребительского логистического сервиса.

Во-вторых, с позиций управления запасами в глобальных логистических цепях наличие полной и достоверной информации позволяет сократить потребность в запасах, оборотном капитале и трудовых ресурсах за счет уменьшения неопределенности в спросе.

Наконец, в-третьих, информация увеличивает гибкость управления движением грузопотоков с точки зрения того, как, где и когда можно использовать необходимые материальные, финансовые ресурсы для достижения конкурентных преимуществ.

В условиях особой экономической зоны региона создание логистического транспортного центра актуально и благоприятно, это связано с предоставлением таможенных и экономических льгот, выгодным экономико-географическим положением области, наличием практически незамер-

зающих портов Азово-Черноморского бассейна, а также широкими возможностями по внедрению перспективных информационных технологий на транспорте.

Принимая во внимание все вышеизложенные факты, было принято решение по созданию районного мультимодального логистического транспортного центра (МЛТЦ) с целью совершенствования взаимодействия портов и железной дороги на построенной узловой станции «9 км», являющейся по характеру своей работы накопительно-распорядительной станцией. Она стала «буферной» и выполняет функцию сглаживания неравномерности движения и корректировки очередности подвода полезного груза к портам Азово-Черноморского бассейна в зависимости от ситуации на их терминалах. Благодаря её вводу в эксплуатацию, Северо-Кавказская железная дорога получила возможность более эффективно распределять составы поездов по портам Таманского полуострова и Новороссийска.

Для лучшей координации продвижения поездов на диспетчерских участках станция «9 км» – Новороссийск и станция «9 км» – Кавказ предлагается создать полигон МЛТЦ, границы которого приведены на рис. 1.

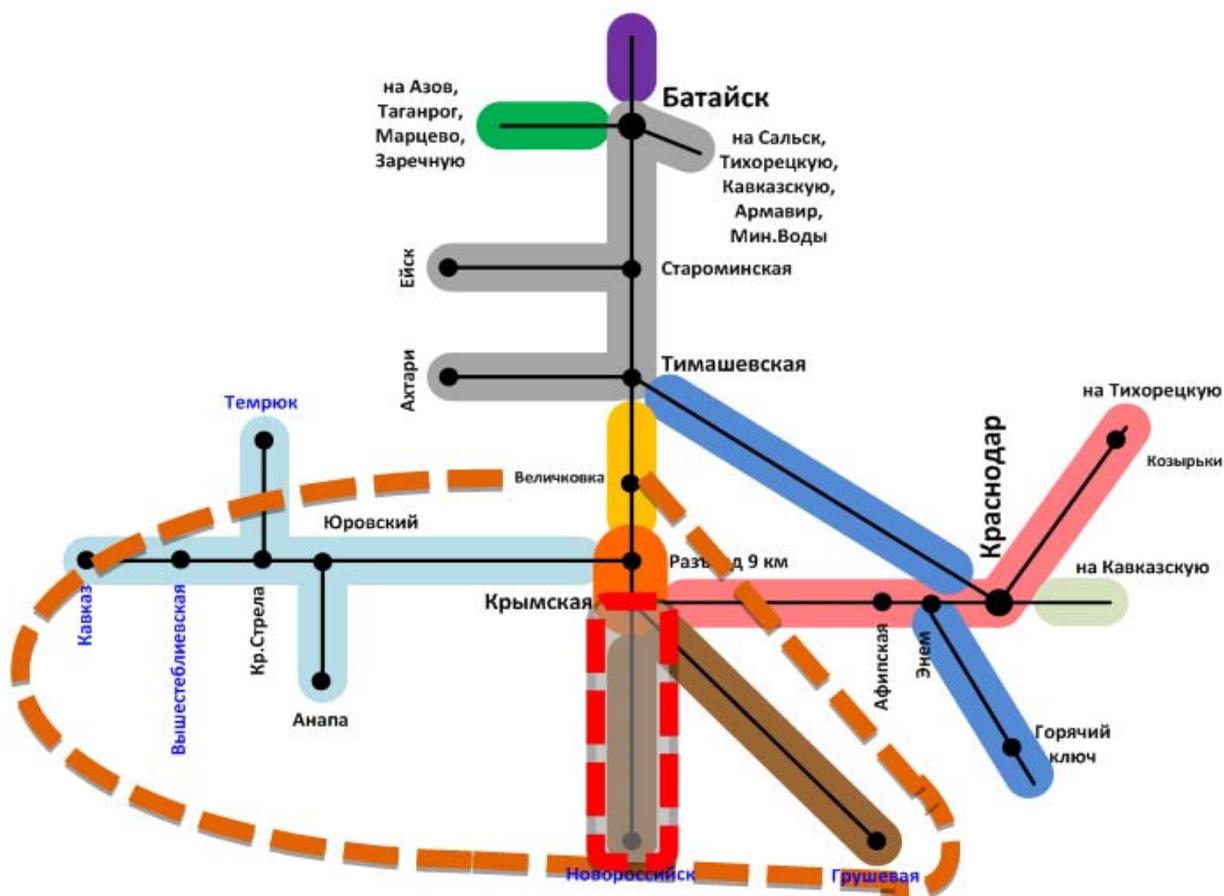


Рис. 1. Схема полигона МЛТЦ

В течение всей смены узловой диспетчер станции «9 км» планирует пропуск экспортного вагонопотока в границах полигона МЛТЦ на основании информации, заключенной в утвержденном сменно-суточном или текущем плане подвода. Остальные вопросы решаются в процессе оперативного взаимодействия между сменными инженерами МЛТЦ и диспетчерами Дорожного центра управления перевозками (ДЦУП).

В процессе работы узлового диспетчера, особенно в условиях инфраструктурных ограничений, постоянно возникает необходимость принятия решений по приоритетному пропуску поездов различных категорий и с различными грузами (поезда назначением на порты, сборные, следующие на сдачу, хозяйственные поезда). Окончательное решение об отправлении или пропуске того или иного поезда принимает узловой диспетчер. Ответственность за выполнение корректно составленного плана подвода должна относиться на ДЦУП. При этом в качестве инструмента регулирования продвижения поездов в направлении перевалочных пунктов используется путевое развитие станции «9 км», которая выполняет функции припортовой станции вместо используемых ранее для этого станций Батайск и Краснодар-Сортировочный.

На станции «9 км» предусмотрено формирование вывозных поездов в адрес портов Новороссийского транспортного узла и Таманского полуострова.

В соответствии с новыми требованиями к плану формирования, согласно которым современное управление вагонопотоками должно быть более гибким, легко приспособляемым к изменениям в организационно-экономической структуре железнодорожных перевозок и транспортных потоках с разными характеристиками, с учетом возросшей динамичности и колебаний по станции «9 км» предусмотрена подборка подвижного состава не традиционно на какое-либо назначение, а по информационному признаку – номенклатуре груза. Требуется подбирать вагоны не просто назначением на Новороссийск или на другие станции и пути необщего пользования, а с конкретным грузом, что облегчит работу станций, не имеющих достаточно развитых сортировочных устройств и периодически испытывающих затруднения с выгрузкой или перевалкой грузов.

В связи с этим предложен план формирования поездов на станции «9 км», представленный в табл. 1.

Учитывая опыт станции Батайск, можно использовать, например, следующую специализацию назначений, формируемых поездов в адрес Новороссийска: Новороссийск – порт; Новороссийск – черные металлы; Новороссийск – зерно; Новороссийск – мазутный терминал; Новороссийск – Лесной порт. При этом для сокращения объемов сортировочной

работы на станции Новороссийск необходимо для указанных поездов предусмотреть на станции «9 км» повторную сортировку и формирование групповых поездов, подобранных по получателям.

Кроме того, необходимо предусмотреть возможность переноса части сортировочной работы со станции Новороссийск на станцию «9 км». В первую очередь требуется разгрузить самое «узкое» место станции Новороссийск – вытяжной путь № 47 парка «Нижний», большая загрузка которого приводит к продолжительным простоям вагонов под накоплением, требующих дополнительного количества путей, в то время как в наличии их имеется всего восемь.

Таблица 1

Назначения формируемых поездов на станции «9 км»

№ п/п	Назначения формируемых поездов	Категория поезда
1	Новороссийск	Вывозной
2	Новороссийск	Вывозной
3	Новороссийск	Вывозной
4	Новороссийск	Вывозной
5	Новороссийск	Вывозной
6	Кавказ	Вывозной
7	Кавказ	Сборный
8	Темрюк	Вывозной
9	Вышестеблиевская	Вывозной
10	Юровский	Вывозной

Для того чтобы обеспечить оптимальную загрузку вытяжного пути и локомотива, работающего на нем, необходимо, чтобы число расформируемых передач не превышало значения 17, которое рассчитано по формуле

$$N_{\text{расф}} = \frac{24 \cdot \varphi_{\Gamma}}{T_{\text{расф}}} - n_{\text{мест}} = \frac{24 \cdot 0,75}{0,83} - 5 = 17 \text{ поездов,}$$

где φ_{Γ} – коэффициент допустимой загрузки вытяжного пути;

$T_{\text{расф}}$ – время расформирования состава поезда, ч;

$n_{\text{мест}}$ – число формируемых местных передач.

Остальные передачи должны накапливаться в парке «Нижний» и неподобранными отправляться на станцию «9 км».

С переносом формирования части передач на станцию «9 км» на станции Новороссийск сокращается число накапливаемых назначений (табл. 2),

что позволят снизить продолжительность простоя на ответственности дороги под накоплением.

При параметре накопления $C = 11$ ч, среднем составе формируемого поезда $m = 60$ ваг., среднесуточном вагонопотоке $n = 891$ единиц и количестве формируемых назначений при существующей технологии $K = 7$ продолжительность накопления поезда

$$t_{\text{нак}} = \frac{C \cdot m \cdot K}{n} = \frac{11 \cdot 60 \cdot 7}{891} = 5,18 \text{ ч.}$$

Таблица 2

Характеристика формируемых поездов на станции Новороссийск

Назначение		Среднесуточный вагонопоток, ед.
До корректировки ПФ	После корректировки ПФ	
Батайск	Батайск	333
Новолипецк	Новолипецк	19
Максим Горький	Максим Горький	18
Мичуринск	Мичуринск	42
Краснодар-Сортировочный	9 км	381
Невинномысская		88
Крымская		10
Итого		891

В случае изменения технологии и организации накопления лишь пяти назначений продолжительность накопления

$$t_{\text{нак}} = \frac{11 \cdot 60 \cdot 5}{891} = 3,7 \text{ ч,}$$

т.е. экономия времени составит $\Delta t_{\text{нак}} = 1,48$ ч.

При этом для отправления 17 поездов потребуется количество путей, равное:

$$n_{\text{нак}} = \frac{t_{\text{нак}} \cdot N}{24} = \frac{3,7 \cdot 17}{24} \cong 3 \text{ пути.}$$

Реализованные предложения по изменению технологии в парке «Нижний» позволят сократить потребность в путях в количестве, представленном в табл. 3.

Таблица 3

Потребность в наличии путей в парке «Нижний» после изменения технологии

Элемент модели	Число поездов в системе		Необходимое число путей		Сокращение потребности в путях
	До изм. технол.	После изм. технол.	До изм. технол.	После изм. технол.	
11 Подборка вагонов на вытяжном пути для подъездных путей	0,72	0,52	1	1	0
44 Формирование поездов	4,5	2,1	5	2	3
43 Накопление поездов			4	3	1
42 Расформирование составов на вытяжном пути № 47	13,28	2,3	14	3	11
Итого			24	9	15

Кроме изменения технологии в парке «Нижний» предлагается изменить технологию в парке «А» станции Новороссийск за счет сокращения количества поездов, поступающих в расформирование. Для того чтобы сократить загрузку горки в парке «А» и локомотива, работающего на горке, до оптимальных размеров, необходимо, чтобы число расформировываемых поездов не превышало следующего значения:

$$n_{\text{расф}} = \frac{\varphi_{\text{загр}}^{\text{опт}} \cdot 24 - \sum (N_i \cdot T_i)}{t_{\text{расф}}} = \frac{0,75 \cdot 24 - (12 \cdot 0,42 + 1 \cdot 0,46)}{0,8} = 16 \text{ поездов,}$$

где N_i – количество поездов различных назначений;

T_i – технологическое время на обработку составов;

$t_{\text{расф}}$ – время на расформирование состава.

Остальные поезда должны подбираться по грузовым фронтам на станции «9 км» и подводиться на станцию Новороссийск маршрутами, подобранными по роду груза. В этом случае сократится загрузка сортировочного устройства и горочного локомотива на станции Новороссийск и соответственно сократится простой вагонов и потребность в путевом развитии.

В результате реализации предложений по изменению объемов переработки на станции Новороссийск и переноса части работы на станцию «9 км» сокращается загрузка устройств, выполняющих эту переработку, что приводит к сокращению простоев вагонов на ответственности желез-

ной дороги в ожидании выполнения операций с ними, а это, в свою очередь, приведет к снижению эксплуатационных расходов (табл. 4).

Экономия от сокращения простоя вагонов на станции за сутки:

$$\mathcal{E}_{\text{ст}}^{\text{сут}} = \Delta nt \cdot e_{\text{в/ч}} = 17506,86 \cdot 6,8 = 119046,6 \text{ руб.},$$

где $e_{\text{в/ч}}$ – стоимость одного вагоно-часа простоя.

Таблица 4

Сокращение простоя вагонов на станции Новороссийск

Элемент	Кол-во перераб. вагонов		Простой в системе		Эконом. ваг-ч простоя Δnt
	До изм.	После изм.	До изм.	После изм.	
Формирование поездов в парке «Нижний»	1020	1020	4,87	2,96	1948,2
Расформирование в парке «Нижний»	960	480	10	3,11	8107,2
Подборка вагонов на вытяжном пути в парке «Нижний»	120	120	2,6	1,9	84
Накопление поездов в парке «Нижний»	891	891	5,18	3,7	1318,68
Повторная переработка в парке «С»	360	360	3,02	1,26	633,6
Расформирование на горке	1140	912	7,22	3,11	5394,48
Подача вагонов на пути необщего пользования из парка «С»	30	30	1,15	0,46	20,7
Итого					17506,86

Экономия от сокращения простоя вагонов на станции за год:

$$\mathcal{E}_{\text{ст}}^{\text{год}} = 365 \cdot \mathcal{E}_{\text{ст}}^{\text{сут}} = 365 \cdot 119046,6 = 43\,452\,009 \text{ руб.}$$

Кроме того, как было ранее сказано, предложения по изменению технологии позволяют сократить потребность в наличии путей, в конечном итоге, полностью устраняют задержку поездов на подходе к станции.

Тогда экономия от устранения задержанных поездов ($n_{\text{задерж}}$) на подходах к припортовым станциям:

– за сутки

$$\mathcal{E}_{\text{подх}}^{\text{сут}} = 24 \cdot n_{\text{задерж}} \cdot m \cdot e_{\text{в/ч}} = 24 \cdot 8 \cdot 57 \cdot 6,8 = 74419,2 \text{ руб.};$$

– за год

$$\mathcal{E}_{\text{подх}}^{\text{год}} = 365 \cdot \mathcal{E}_{\text{подх}}^{\text{сут}} = 27\,163\,008 \text{ руб.}$$

Суммарная экономия средств от сокращения простоев вагонов на ответственности дороги в связи с реализацией предложений по изменению технологии работы на полигоне МЛТЦ за год

$$\sum \mathcal{E} = \mathcal{E}_{\text{ст}}^{\text{год}} + \mathcal{E}_{\text{подх}}^{\text{год}} = 43\,452\,009 + 27\,163\,008 = 70\,615\,017 \text{ руб.}$$

Более того, это повысит перерабатывающую способность припортовой станции и сократит отставание от перерабатывающих способностей обслуживаемых путей необщего пользования. В итоге при планировании перевозок грузов создается возможность согласовывать большие объемы погрузки в адрес станции Новороссийск и получать дополнительные доходы, а также устранять задержки поездов и нарушения сроков доставки грузов.

Создание МЛТЦ в форме автономной некоммерческой организации с участием всех заинтересованных представителей железной дороги, портов, грузовладельцев и собственников подвижного состава позволит добиться увеличения рентабельности и устойчивого позиционирования железнодорожных перевозок на рынке транспортных, информационных и логистических услуг. МЛТЦ обеспечивает выполнение сбора, обработку и последующую передачу соответствующей информации заинтересованным лицам для выработки рационального решения и уменьшения транспортных расходов на перевозку грузов.

УДК 656.078.12

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО И МОРСКОГО ТРАНСПОРТА В УСЛОВИЯХ НЕВЫПОЛНЕНИЯ СОГЛАСОВАННОГО ПОДВОДА ГРУЗОВ

Т.Н. Каликина, Д.С. Серова

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный государственный университет путей сообщения» (г. Хабаровск)

Рассмотрены вопросы взаимодействия железнодорожного и морского транспорта по переработке экспортных грузов. Выявлены последствия изменения сроков доставки грузов в большую или меньшую сторону. Определены факторы, влияющие на выбор регулировочных мероприятий, позволяющих снизить последствия от несогласованного подхода вагонов и судов. Приведена экономическая оценка последствий неритмичного подвода грузов к портам в зависимости от выбранных регулировочных мероприятий.

Ключевые слова: взаимодействие транспорта, регулировочные мероприятия, согласованный подвод, экспортные грузы, порт, железнодорожный транспорт, морской транспорт.

Важнейшим направлением развития транспортной системы является интеграция работы железных дорог с морскими портами в рамках международных транспортных коридоров и создание эффективных логистических технологий в условиях роста объемов перевозок внешнеторговых грузов. Вся организация эксплуатационной работы должна быть подчинена главному – выполнению с минимальными затратами согласованного подвода грузов к портам.

В настоящее время при существующих размерах грузопотока на Дальневосточной железной дороге выполнение согласованного подвода грузов к портам затруднено следующими факторами:

1. Дальневосточная железная дорога представляет собой квазипараллельный тип транспортной системы – преобладание одного развитого направления движения, с размещением станций на полигоне с незначительной плотностью.

2. Работа большей части объектов транспортных направлений Дальневосточной железной дороги с загрузками, близкими к предельным.

3. Расположение мест погрузки массовых грузов назначением на порты Дальнего Востока на расстоянии от 10 до 15 дней пути.

При планировании взаимодействия морского и железнодорожного транспорта используется технологическое время, рассчитанное в соответ-

ствии с действующей нормативной организацией грузового движения¹. Однако из-за влияния различных факторов (инфраструктурные ограничения, высокая неравномерность отгрузки грузов и пр.) фактическое время прибытия грузов в порт не соответствует технологическому.

На основе проведенного анализа фактического времени прибытия маршрутов с экспортным углем в порты Дальнего Востока с 2008 по 2014 год были получены следующие данные: в среднем 23% маршрутов прибыли точно в срок, 29% – прибыли в порт с отклонением от технологического срока доставки груза до 20 ч; 48% – прибыли в порт с отклонением более 20 ч.

Невыполнение согласованного подвода грузов к припортовым станциям приводит к значительным затруднениям в эксплуатационной работе железных дорог и портов.

Со стороны морского транспорта неритмичный и несогласованный подвод грузов к портам приводит к перезагрузке складских площадей из-за использования складов, погрузочно-выгрузочных площадок не для перевалки, а для хранения груза в ожидании судна. С другой стороны, задержки подвода груза к порту приводят к дополнительным простоям судна у причальной линии из-за недостаточного количества груза для согласованной судовой партии.

Результатами невыполнения согласованного подвода грузов к припортовым станциям на железнодорожном транспорте являются отставление поездов от движения, снижение участковой скорости и увеличение времени оборота вагонов.

Целью нашего исследования стали изучение взаимодействия стыковых пунктов железнодорожного и морского транспорта в условиях невыполнения согласованного подвода грузов и оценка последствий от неритмичного и несогласованного подвода грузов к портам и пунктам перевалки.

В качестве критерия оптимальности взаимодействия железнодорожного и морского транспорта выбрана величина затрат, связанных с неудовлетворительным использованием инфраструктуры транспорта и порта, перевалочных средств и подвижного состава, складов и увеличением затрат грузовладельцами от изменения плана погрузки и выгрузки, руб.:

$$C_3 = \sum B_{\text{пр}} \cdot e_{\text{ваг-ч}} + \sum P_{\text{гр}} \cdot e_{\text{мех}} + \sum K_c \cdot e_c + \sum F_{\text{ск}} \cdot e_{\text{ск}} \cdot S_{\text{ск}} + W_3 \cdot e_{\text{пр}} + \sum E \rightarrow \min,$$

где $e_{\text{ваг-ч}}$ – стоимость простоя одного вагоно-часа, руб.;

¹ Бородин А.Ф. Эксплуатационная работа железнодорожных направлений // Труды ВНИИАС, вып. 6. – М.: ВНИИАС, 2008. – 320 с.

- $e_{\text{мех}}$ – стоимость простоя 1 ч погрузочного-выгрузочных механизмов, руб.;
- e_c – стоимость простоя судна в течение 1 ч, руб.;
- $e_{\text{пр}}$ – стоимость использования железнодорожной инфраструктуры в течение 1 ч временно отставленными от движения поездами с учетом затрат на их обслуживание в зависимости от класса перевозимого груза, руб.;
- $e_{\text{ск}}$ – стоимость использования складских помещений для хранения грузов в ожидании судна, руб.;
- $S_{\text{ск}}$ – площадь используемых складских помещений, м²;
- $B_{\text{пр}}, P_{\text{гр}}, K_c, W_z, F_{\text{ск}}$ – соответственно минимальные суммарные затраты времени простоя вагонов, погрузочно-разгрузочных механизмов, судов, поездов, отставленных от движения, складов, ч;
- ΣE – увеличение затрат грузовладельцев от несвоевременной доставки грузов, руб.

Существуют следующие варианты регулировочных мероприятий для снижения последствий от невыполнения согласованного подхода вагонов и судов:

- перегрузка груза из вагонов в склад порта;
- хранение груза в вагонах на путях припортовой станции;
- оставление поездов на промежуточных станциях участка, примыкающего к припортовой станции.

При выборе варианта регулировочных мероприятий необходимо в первую очередь учитывать соотношение прогнозного времени нахождения потока на транспортном направлении ($T_{\text{пр}}$) и технологического ($T_{\text{т}}$). Прогнозное время нахождения потока на транспортном направлении может отличаться от технологического времени как в большую, так и в меньшую сторону:

$$T_{\text{пр}} = T_{\text{т}} \pm \Delta T,$$

где ΔT – величина отклонения прогнозного времени нахождения потока на транспортном направлении от технологического времени.

Величина отклонения прогнозного времени нахождения потока на транспортном направлении от технологического времени равна сумме отклонений прогнозного времени от технологического на каждом объекте транспортного направления:

$$\Delta T = \Delta t_{v_1} + \Delta t_{a_i} + \Delta t_{v_j} + \Delta t_{v_{k+1}},$$

где Δt_{v_1} – разность между технологическим и прогнозным временем нахождения потока на станции погрузки (от момента начала погрузки до отправления);

Δt_{a_i} – разность между технологическим и прогнозным временем нахождения потока на участках;

Δt_{v_j} – разность между технологическим и прогнозным временем нахождения потока на попутных технических станциях;

$\Delta t_{v_{k+1}}$ – разность между технологическим и прогнозным временем нахождения потока на станции выгрузки (от момента прибытия до момента выгрузки).

При выборе варианта регулировочных мероприятий также учитываются следующие факторы:

1. Наличие судна в порту в момент прибытия потока.
2. Загрузка судна в момент прибытия потока.
3. Соотношение продолжительности грузовых операций по перегрузке груза в судно и времени до отправления судна.
4. В случае отсутствия судна в порту в момент прибытия учитываются также:

- наличие свободных емкостей склада для хранения груза;
- наличие на припортовой станции свободных путей для хранения груза в вагонах («склад на колесах»);
- возможность отставления поезда от движения на станциях, предшествующих припортовой.

Были определены допустимые границы отклонения прогнозного времени доставки груза от технологического времени и варианты регулировочных мероприятий, обеспечивающих положительный экономический эффект от перевозки экспортных грузов с учетом дополнительных расходов.

Если прогнозное время меньше технологического, то положительный экономический эффект достигается при расхождении:

- до 24 ч в случае наличия судна в порту;
- до 120 ч в случае хранения груза на складских площадях в ожидании судна;
- до 196 ч в случае хранения груза в вагонах («склад на колесах») в ожидании судна;
- до 48 ч в случае отставления поездов от движения на станциях, предшествующих припортовой, в ожидании судна.

Если прогнозное время больше технологического, то положительный экономический эффект достигается:

- до 24 ч в случае наличия судна в порту и при наличии возможности производства грузовых операций по перегрузке груза из вагонов в судно по прямому варианту до отправления судна;
- до 36 ч в случае наличия судна в порту, наличии свободной емкости судна для загрузки груза, при продолжительности выполнения грузовых операций, превышающей время до отправления судна;
- до 72 ч в случае хранения груза на складских площадях в ожидании судна;
- в случае хранения груза в вагонах («склад на колесах») в ожидании судна при расхождении прогнозного времени и технологического до 36 ч;
- в случае отставления поездов от движения на станциях, предшествующих припортовой, в ожидании судна до 36 ч.

УДК 656.073

ФОРМИРОВАНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОГО ПОТЕНЦИАЛА ТРАНСПОРТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ НА РЫНКЕ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК

Е.С. Юдникова

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» (Санкт-Петербург)

Состояние транспортной отрасли является индикатором уровня развития экономики страны. В статье приводится оценка состояния грузоперевозок в России за период 1990–2014 гг., рассмотрен индекс предпринимательской активности в добывающих и обрабатывающих производствах. Предложены направления формирования конкурентоспособного потенциала на рынке грузовых перевозок.

Ключевые слова: транспорт, грузоперевозки, протяженность путей сообщения, грузооборот, конкурентоспособность, потенциал.

Введение

Основной чертой современной фазы развития российской экономики является изменение направления движения грузопотоков и поиск новых источников их формирования. В этих условиях возрастает роль состояния рынка грузовых перевозок, хранения и дистрибуции, который можно рас-

смаатривать как один из самых перспективных и растущих секторов экономики.

Железнодорожный транспорт, являющийся основой транспортной системы страны, обеспечивающий перевозки грузов и пассажиров, жизнедеятельность отраслей экономики и обороноспособность государства, призван обеспечивать эффективное развитие динамично изменяющихся рыночных отношений как на международном, так и на внутреннем сообщении и быть конкурентоспособным относительно других видов транспорта.

1. Оценка состояния рынка перевозок грузов в России

В табл. 1 и 2 представлены данные, характеризующие состояние рынка перевозок грузов в России за период с 1990 по 2014 гг.

Из данных табл. 2 видно, что за анализируемый период наиболее возросла доля трубопроводного транспорта, более чем в 2 раза, с 5,8 до 13,49%. Также с 1990 по 2000 гг. в общем объеме перевозок грузов, млн тонн, доля железнодорожного транспорта возросла на 6,4% – с 11,2 до 16,8%, в 2011–2012 гг. удельный вес снизился до 16,7%, в 2013–2014 гг. наблюдалось некоторое увеличение доли – на 0,41%. Доля воздушных перевозок оставалась почти неизменной – 0,01%, лишь в 2014 г. составила 0,02%.

Таблица 1

Перевозки грузов по видам транспорта в России (млн тонн) [1]

Транспорт	1990	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014
Всего	19265	7907	9167	7750	8337	8519	8264	7982
В том числе:								
<i>железнодорожный</i>	2140	1047	1273	1312	1382	1421	1381	1364
удельный вес от общего объема, %	11,11	13,24	13,89	16,93	16,58	16,68	16,71	17,09
<i>автомобильный</i>	15347	5878	6685	5236	5663	5842	5635	5406
удельный вес от общего объема, %	79,66	74,35	72,92	67,56	67,93	68,58	68,19	67,73
<i>трубопроводный</i>	1101	829	1048	1061	1131	1096	1095	1077
удельный вес от общего объема, %	5,72	10,48	11,43	13,69	13,56	12,87	13,25	13,49
<i>морской</i>	112	35	26	37	34	18	17	15
удельный вес от общего объема, %	0,58	0,44	0,28	0,48	0,41	0,21	0,21	0,19
<i>внутренний водный</i>	562	117	134	102	126	141	135	119
удельный вес от общего объема, %	2,92	1,48	1,46	1,33	1,51	1,65	1,63	1,48
<i>воздушный</i>	2,5	0,8	0,8	1,1	1,2	1,2	1,2	1,3
удельный вес от общего объема, %	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02

Примечание. Значения удельного веса рассчитаны автором.

По остальным видам транспорта (автомобильный, морской, водный) удельный вес в общем объеме перевозок снижался.

Наибольшую долю по показателю грузооборота в тонно-километрах занимает трубопроводный транспорт. За период с 1990 по 2005 гг. наблюдался рост его удельного веса с 42,1 до 52,9%, затем идет снижение до 48,5% к 2012 г., некоторый рост в 2013 г., и опять снижение в 2014 г. Был также рост доли грузооборота железнодорожного транспорта – с 41,2 до 45,28% и удельного грузооборота воздушного транспорта с 0,04 до 0,1%.

Таблица 2

Грузооборот по видам транспорта (млрд тонно-километров) [1]

Транспорт	1990	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014
Всего	6122	3638	4676	4752	4915	5056	5084	5077
В том числе:								
<i>железнодорожный</i>	2523	1373	1858	2011	2128	2222	2196	2299
удельный вес от общего объема, %	41,21	37,74	39,73	42,32	43,3	43,95	43,19	45,28
<i>автомобильный</i>	299	153	194	199	223	249	250	246
удельный вес от общего объема, %	4,88	4,21	4,15	4,19	4,54	4,93	4,92	4,85
<i>трубопроводный</i>	2575	1916	2474	2382	2422	2453	2513	2423
удельный вес от общего объема, %	42,07	52,67	52,92	50,14	49,27	48,53	49,43	47,73
<i>морской</i>	508	122	60	100	78	45	40	32
удельный вес от общего объема, %	8,3	3,356	1,28	2,11	1,59	0,89	0,79	0,62
<i>внутренний водный</i>	214	71	87	54	59	81	80	72
удельный вес от общего объема, %	3,5	1,95	1,86	1,15	1,2	1,6	1,57	1,42
<i>воздушный</i>	2,6	2,5	2,8	4,7	5,0	5,1	5,0	5,2
удельный вес от общего объема, %	0,04	0,07	0,06	0,09	0,1	0,1	0,1	0,1

Примечание. Значения удельного веса рассчитаны автором.

С 1990 по 2005 гг. удельный вес грузооборота по автомобильным перевозкам снизился с 4,88 до 4,1%, с 2010 г. наблюдался рост, и в 2012 г. он достиг – 4,93%, затем снижение до 4,85% в 2014 г.

Грузооборот перевозок внутренним водным транспортом за период с 1990 по 2010 гг. снизился с 3,5 до 1,1%, затем к 2012 г. вырос до 1,6% с последующим снижением до 1,42% в 2014 г. Доля грузооборота перевозок морским видом транспорта с 1990 по 2014 гг. снизилась с 8,3 до 0,62%.

Несмотря на сохранение лидирующего и доминирующего положения в транспортной системе страны, ОАО «РЖД» уже сейчас испытывает ряд существенных проблем в поддержании и увеличении своей доли транспортного рынка и рентабельности деятельности, а также в развитии и расширении своего присутствия за рубежом.

2. Направления формирования конкурентоспособного потенциала транспортных предприятий на рынке грузовых перевозок

Развитие рынка грузоперевозок в течение последних лет в целом соответствовало уровню развития экономики страны: за период 2000–2008 гг. наблюдался стабильный рост объемов перевозок грузов, обусловленный активным развитием рынка розничной торговли, промышленности, строительного комплекса и других ключевых составляющих ВВП на фоне стабильного роста цен на углеводороды. Развитие экономики страны замедлилось в период кризиса 2008–2009 гг., что привело к спаду объема грузоперевозок, определенному росту к 2012 г. и снижению в 2013–2014 гг.

С начала 2013 г. происходит ухудшение конъюнктуры рынка железнодорожных перевозок. По итогам I квартала 2013 года объем промышленного производства в стране остался на уровне первого квартала 2012 года, в то время как объем погрузки на сети железных дорог сократился на 4,5%, а объем перевозок – на 4,6% [1].

Подобная ситуация обусловлена следующими факторами: загромождением путей промышленных предприятий из-за избытка подвижного состава на инфраструктуре общего и необщего пользования и нестабильностью подачи вагонов в связи с нехваткой тяги; негибкой ценовой политикой железнодорожных операторов, которые в условиях негативной динамики погрузки и грузооборота стараются держать ставки, в то время как автомобильные перевозчики, снижая цены, готовы конкурировать с железной дорогой на расстояниях более 3000 км; проблемами с управлением вагонопотоками груженых и порожних вагонов у ОАО «РЖД».

В сложившихся условиях грузовладельцы могут переориентироваться на отправку своих грузов автотранспортом. Введенная в ноябре 2012 года унификация тарифов на порожний пробег для полувагонов и платформ, а также управление операторами обезличенным парком на некоторых маршрутах (в Кузбассе) привели к масштабному профициту полувагонов и резкому снижению арендных ставок на спотовом рынке и по лизингу [2].

Основные объемы грузовых перевозок транспортом обеспечиваются организациями по добыче полезных ископаемых, обрабатывающими производствами, производством и распределением электроэнергии, газа и воды. На рис. 1 представлена их деловая активность за 2013–2014 гг.

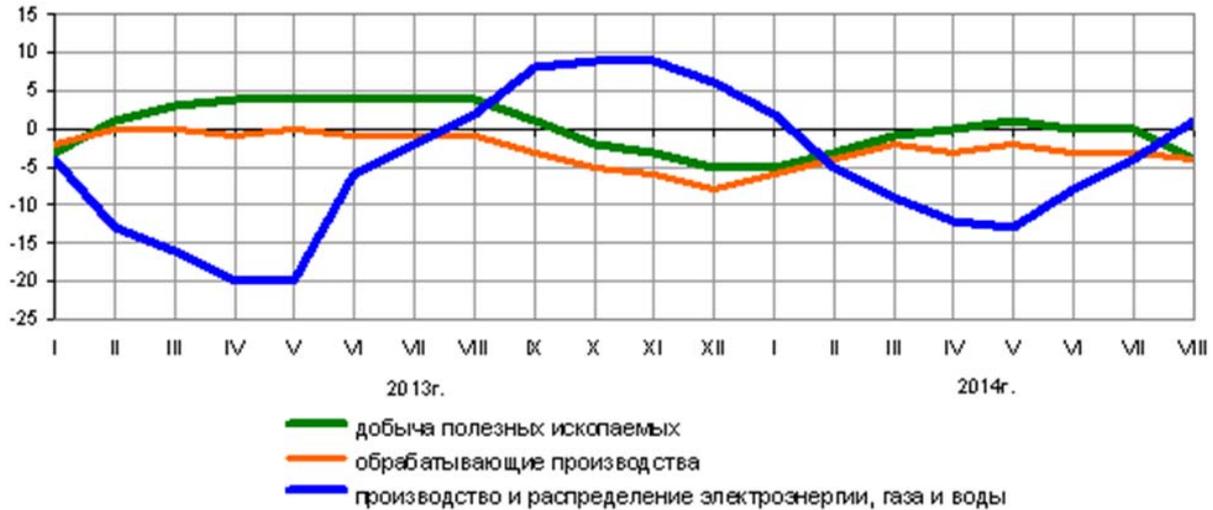


Рис 1. Индексы предпринимательской уверенности (в %)

Индекс предпринимательской уверенности, отражающий обобщенное состояние предпринимательского поведения, в августе 2014 г. по сравнению с декабрем 2013 г. несколько вырос в добывающих и обрабатывающих производствах, понизился в производстве и распределении электроэнергии, газа и воды с 6 до 1% [2].

В этих условиях будет усиление конкурентной борьбы за клиента на рынке грузоперевозок. Поэтому, по мнению автора, необходимо повышение конкурентоспособности видов транспорта.

Под конкурентоспособностью транспортной организации понимается ее способность формировать и использовать в долгосрочной перспективе совокупный инновационный потенциал, обеспечивающий устойчивое рыночное положение за счет превосходства качества оказываемых транспортных услуг и более глубокого удовлетворения потребностей клиентов по сравнению с другими хозяйствующими субъектами транспортного рынка в реализации ее долгосрочных целей и получение прибыли.

Термин «потенциал» означает возможности системы, ее внутренние ресурсы, мощность и энергию, которые могут быть мобилизованы для тех или иных целей при тех или иных условиях.

По мнению автора, структура потенциала транспортной организации может быть представлена в виде схемы (рис. 2.)

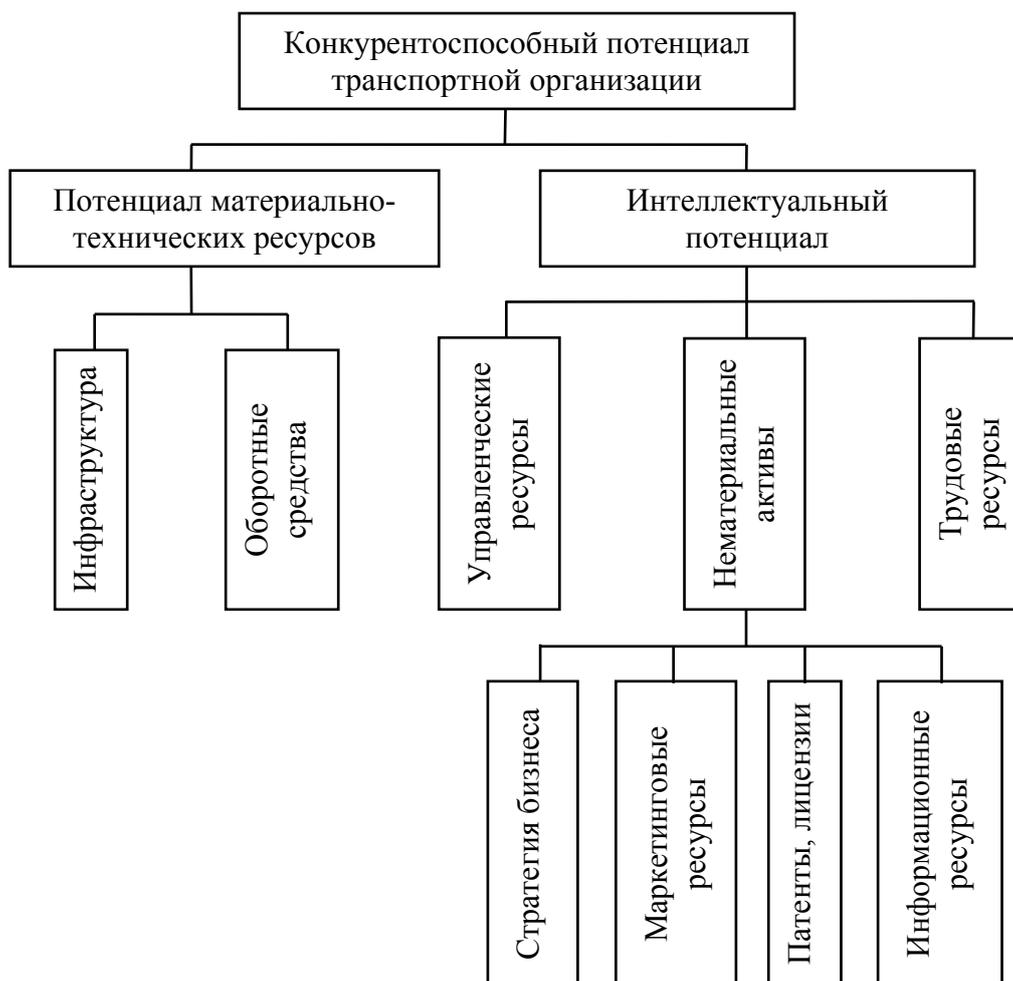


Рис. 2. Структура потенциала транспортной организации

Уровень конкурентоспособности потенциала транспортной организации определяется:

- объемами и качеством ресурсов, включающих основные производственные фонды, технические средства, технологические ресурсы, трудовые ресурсы, финансы, нематериальные активы, информационные технологии;
- инновационной способностью, включающей обновление стратегии бизнеса, совершенствование и внедрение новых технологий и техники;
- способностью персонала к созданию определенного качества транспортной услуги, т.е. его образовательным, квалификационным, психофизиологическим и мотивационным потенциалом;
- способностью менеджмента оптимально использовать имеющиеся ресурсы организации (квалификация менеджеров, умение создавать эффективную управленческую структуру);

- уровнем информационных технологий, т.е. способностью накапливать, обрабатывать и систематизировать информацию.

Конкурентоспособную деятельность транспортных организаций обеспечивают уровень инфраструктуры, в том числе различные технические устройства и сооружения, определяющие потенциал материальных ресурсов. Так, для железнодорожного транспорта это комплекс станций, ремонтных мастерских, терминалов, погрузочно-разгрузочных пунктов и т.п., развитие и содержание которых связано со значительными финансовыми вложениями. Поэтому важнейшими направлениями работы железнодорожного транспорта является переход на более прогрессивные технологии с учетом требований рынка, повышение конкурентоспособности на основе приведения технического, технологического и интеллектуального потенциала отрасли в соответствие с потребностями экономики в перевозках.

В условиях экономической нестабильности существенных изменений в качестве потенциала материально-технической базы транспортных организаций ожидать сложно. Так, ежегодные инвестиции в модернизацию и развитие железнодорожного транспорта общего пользования, обеспечивающие достижение целевого состояния модернизированной сети железных дорог России в 2015 году, должны составлять не менее 520 млрд руб. Фактический объем, направляемый на собственные проекты ОАО «РЖД», не превысил за период 2008–2014 гг. 50%.

С меньшими финансовыми расходами может быть обеспечен значительный эффект повышения конкурентоспособности транспортных организаций за счет развития интеллектуального потенциала, с учетом которого должна быть нацеленность на рост клиентоориентированности на основе комплексности оказания услуг. В этом направлении транспортно-экспедиционные организации, логистические центры более эффективно по сравнению с ОАО «РЖД» используют нематериальные активы, маркетинговые, управленческие, кадровые и информационные аспекты в борьбе за клиента. Развитие принципов 3PL, 4PL провайдерства в ОАО «РЖД» максимально способствовало бы росту клиентоориентированности.

Заключение

На основании проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. За период с 1990 по 2014 гг. в России снизился общий объем перевозок на 58,6%. Наибольшее снижение наблюдалось на морском – 86,4%, внутреннем водном – 78,9%, автомобильном – 64,8%, воздушном – 48%. На железнодорожном транспорте падение объема перевозок составило 36,3%, на трубопроводном транспорте 2,8%.

2. В 2014 г. в структуре грузоперевозок наибольший удельный вес приходился на автомобильный транспорт – 67,7%, железнодорожный – 17,1%, трубопроводный – 13,5%. Причем за рассматриваемый период наблюдалось увеличение доли грузооборота в общих перевозках только на железнодорожном (с 11,1 до 17,1%) и трубопроводном транспорте (с 5,8 до 13,5%).

3. За период с 1990 по 2014 гг. в целом по транспорту произошло снижение интенсивности грузооборота на 17,1%. Прирост грузооборота в тонно-километрах наблюдался только на воздушном транспорте – в 2 раза. По остальным видам транспорта наблюдалось снижение интенсивности перевозок: на морском – на 99,4%, внутреннем водном – на 66,4%, автомобильном – на 17,7%, на железнодорожном – 8,9%, на трубопроводном транспорте – на 5,9%.

4. По интенсивности перевозок наиболее высокие показатели наблюдались на трубопроводном (2433 тонно-километров) и железнодорожном (2299 тонно-километров) транспорте, на долю которых в 2014 г. приходилось соответственно 47,5 и 45,6%.

В условиях ухудшающейся конъюнктуры рынка грузоперевозок на фоне низкой деловой активности в добывающей, перерабатывающей отраслях первостепенной задачей для транспортных организаций является повышение конкурентоспособности. Для повышения конкурентоспособности железнодорожного транспорта требуются серьезные усилия и финансовые вложения в развитие потенциала материальных и интеллектуальных ресурсов. Особое значение приобретают такие направления формирования инновационного потенциала транспортной организации, как совершенствование технологий управления перевозками в целях оптимизации использования инфраструктуры и подвижного состава, создание конкурентоспособных транспортных продуктов и услуг, оптимизация управления вагонными парками разных собственников, рост контейнеризации перевозок и развитие мультимодальных логистических систем, совершенствование систем автоматизированной диагностики инфраструктуры, повышение производительности труда и выработки машин при обслуживании и ремонте объектов инфраструктуры.

Библиографический список

1. Сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gks.ru>.
2. Сайт информационного агентства INFOLine [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://infoline.spb.ru>.

УДК 004.02:656

АКСИОМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОРГАНИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

С.А. Селиверстов, Я.А. Селиверстов

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук (Санкт-Петербург)

Разрабатывается метод построения коммуникационных транспортно-логистических систем бесконфликтного непрерывного транспортного процесса движения, функциональная аксиоматическая структура метода интерпретирована логикой предикатов. Формализуются понятия: транспортный конфликт, транспортный ресурс движения, непрерывность транспортного движения. Предложенная система классификации транспортных конфликтов опирается на логико-алгебраическую математизацию понятийного аппарата. Устранение конфликтов осуществляется системой адекватных аксиоматик.

Ключевые слова: логистика, транспорт, методы организации транспортно-логистической инфраструктуры, аксиоматика построения транспортно-логистических систем, логико-алгебраическая модель транспортно-логистической коммуникационной системы.

Исследования в области анализа транспортных конфликтов (Тк) между подвижными транспортными объектами (ПТО) начали проводиться в Detroit General Motors laboratory в конце 60-х годов XX века в связи с выявлением проблем эксплуатационной безопасности. В 1968 году разработали первую концепцию Тк Perkins и Harris. Совершенствование методов её оценки позднее в 1970 году продолжили Campbell R.E. и King L.E., рассмотрев конфликтные ситуации на Y-перекрестках сельских дорог. Baker W.T. в 1972 году и Paddock R.D. в 1974 году удалось определить статистическую связь между транспортными происшествиями и транспортными конфликтами. Представители европейской научной транспортной школы подошли к исследованиям в области Тк чуть позднее:

- в Великобритании – Spicer B. в 1971 году и Older & Spicer в 1976 году;
- в Швеции, Норвегии и Дании – Amundsen & Hydén в 1975 году и Hydén в 1975 году;
- в Нидерландах – Oppe & Kraay в 1975 году и Guttinger & Kraay в 1976 году;
- во Франции – Malaterre & Mühlrad в 1977 году;
- в Германии – Zimolong, Schwerdtfeger & Erke в 1977 году.

Терминологическую базу и понятие Тк установил Cooper в 1977 году.

Среди недавних работ в области развития методологии формирования транспортных систем отметим работы [1–3], в которых проблему устранения Тк называют ключевой, тормозящей развитие перевозок [4–6] и транспортно-логистических процессов [6–9] в целом.

Таким образом, опираясь на вышесказанное, нами рассматривается задача создания необходимого теоретического пласта, позволяющего формализовать проблемы ликвидации транспортных конфликтов и аксиоматически исключить последние.

Изложение уместно начать с ввода основных понятий и определений, на которые мы будем в дальнейшем опираться.

Транспортная коммуникация (ТК, ТС) – это общее понятие, охватывающее пути сообщения и сооружения на них.

Транспортная коммуникационная система (ТКС, TCS) – это общее понятие, охватывающее пути сообщения, сооружения и ПТО на них (вводится впервые).

Транспортный ресурс движения (ТРД) – структурный элемент ТКС, предназначенный для движения ПТО согласно их функциональным состояниям (вводится впервые).

Транспортный конфликт (Тк, Ψ) – состояние, при котором в один и тот же момент времени элементам ТКС требуется один и тот же ТРД.

Предлагаемая классификация Тк (рис. 1) включает конфликты первого, второго и третьего рода. Последовательно рассмотрим каждый из них.

Конфликт I рода (Ψ^I) – это состояние, при котором множеству ПТО в один и тот же момент времени требуется один и тот же ТРД (рис. 2).

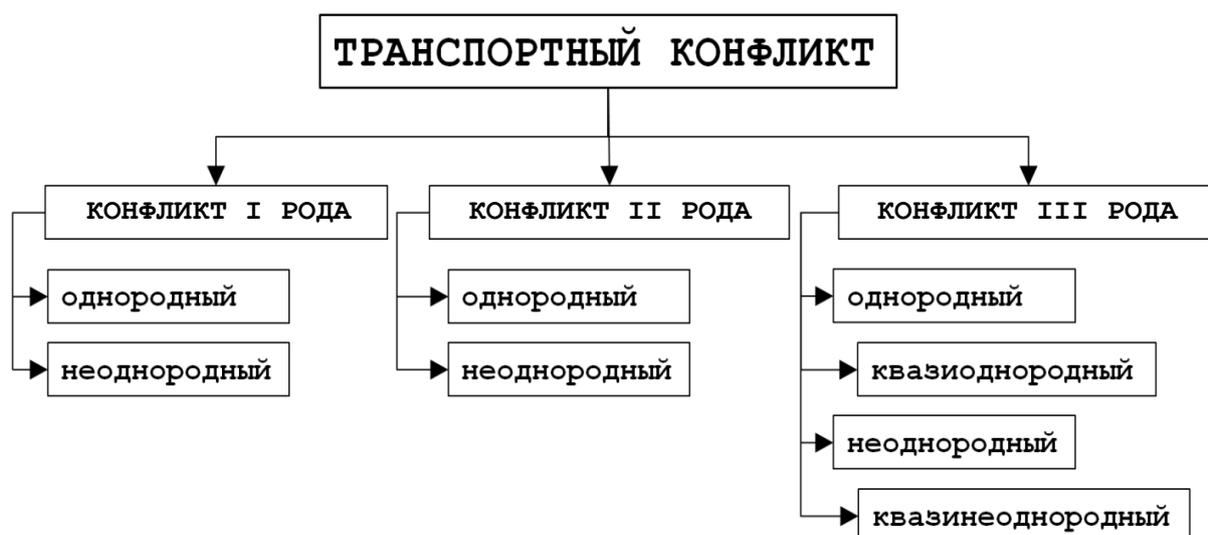


Рис. 1. Классификация транспортных конфликтов

Конфликт I рода, протекающий между ПТО одного вида транспорта, будем называть *однородным* (Ψ^{Ih}) *конфликтом первого рода* (рис. 3). Ψ однородного конфликта первого рода имеет вид

$$\Psi^{Ih} = v_i^a \Big|_{t=t_k} \cap v_j^a \Big|_{t=t_k} = \Theta, \quad \forall v_i^a, v_j^a \in TC,$$

где v_i^a, v_j^a – конкурирующие за ТРД Θ ПТО одного вида.

Конфликт I рода, протекающий между ПТО разного вида транспорта, будем называть *неоднородным* (Ψ^{Iin}) *конфликтом первого рода* (рис. 4). Ψ неоднородного конфликта первого рода имеет вид

$$\Psi^{Iin} = v_i^a \Big|_{t=t_k} \cap v_j^b \Big|_{t=t_k} = \Theta, \quad \forall v_i^a, v_j^b \in TC,$$

где v_i^a, v_j^b – конкурирующие за ТР Θ ПТО разного вида.

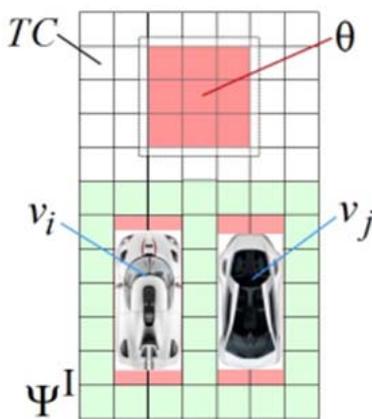


Рис. 2. ТРД конфликт первого рода

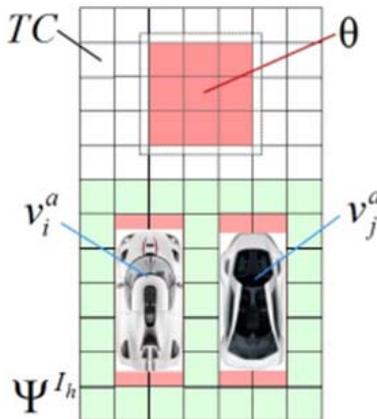


Рис. 3. Однородный конфликт первого рода

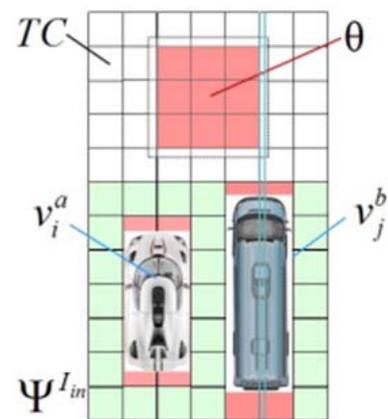


Рис. 4. Неоднородный конфликт первого рода

Конфликт второго рода (Ψ^{II}) – это состояние области пересечения коммуникаций, при котором коммуникации постоянно потребляют один и тот же ТРД (рис. 5). Ψ конфликта второго рода имеет вид

$$\Psi^{II} = T_i \cap T_j = \tilde{\Theta},$$

где T_i, T_j – конкурирующие за ТРД Θ ТК.

Конфликт II рода, протекающий между ТК одного вида транспорта, будем называть *однородным конфликтом второго рода* (Ψ^{II_h}) (рис. 6). Ψ однородного конфликта второго рода имеет вид

$$\Psi^{II_h} = T_i^a \cap T_j^a = \tilde{\Theta},$$

где T_i^a, T_j^a – конкурирующие за ТР $\tilde{\Theta}$ ТК одного вида.

Конфликт II рода, протекающий между ТК разного вида транспорта, будем называть *неоднородным конфликтом второго рода* ($\Psi^{II_{in}}$) (рис. 7). Ψ неоднородного конфликта имеет вид

$$\Psi^{II_{in}} = T_i^a \cap T_j^b = \tilde{\Theta},$$

где T_i^a, T_j^b – конкурирующие за ТРД $\tilde{\Theta}$ ТК разного вида.

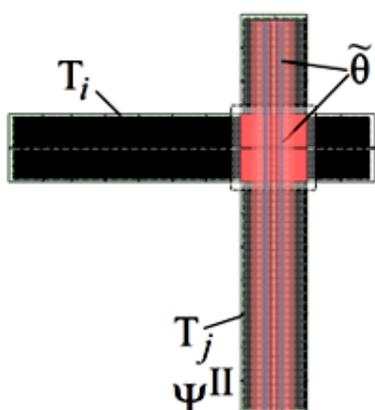


Рис. 5. ТРД конфликт второго рода

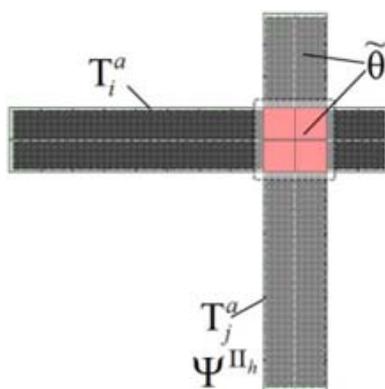


Рис. 6. Однородный конфликт второго рода

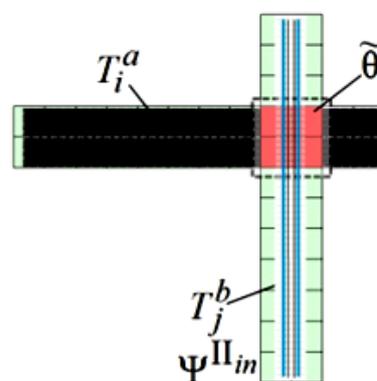


Рис. 7. Неоднородный конфликт второго рода

Конфликт третьего рода (Ψ^{III}) – смешанный конфликт первого и второго рода (рис. 8). Ψ конфликта третьего рода имеет вид

$$\Psi^{III} = \Psi^I \wedge \Psi^{II},$$

где \wedge – логическое конъюнктивное объединение конфликтов первого и второго рода.

Смешанный конфликт однородного конфликта первого и однородного конфликта второго рода будем называть *однородным конфликтом третьего рода* (Ψ^{III_h}) (рис. 9). Ψ однородного конфликта третьего рода имеет вид

$$\Psi^{III_h} = \Psi^{I_h} \wedge \Psi^{II_h}.$$

Смешанный конфликт однородного конфликта первого и неоднородного конфликта второго рода будем называть *квазиоднородным конфликтом третьего рода* ($\Psi^{III_{qh}}$) (рис. 10). Ψ квазиоднородного конфликта третьего рода имеет вид

$$\Psi^{III_{qh}} = \Psi^{I_h} \wedge \Psi^{II_{in}}.$$

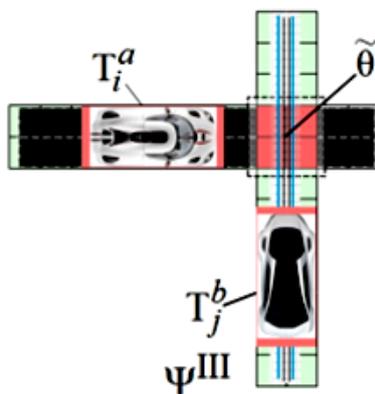


Рис. 8. Смешанный конфликт первого и второго рода

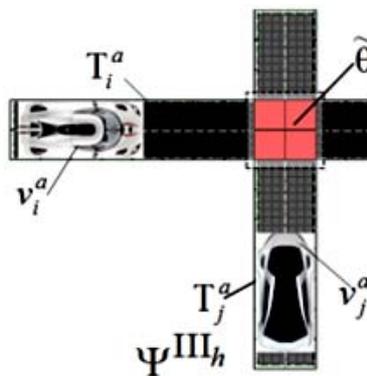


Рис. 9. Однородный конфликт третьего рода

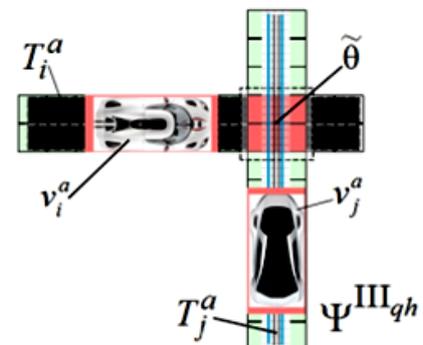


Рис. 10. Квазиоднородный конфликт третьего рода

Смешанный конфликт неоднородного конфликта первого и неоднородного конфликта второго рода будем называть *неоднородным конфликтом третьего рода* ($\Psi^{III_{in}}$) (рис. 11). Ψ неоднородного конфликта третьего рода имеет вид

$$\Psi^{III_{in}} = \Psi^{I_{in}} \wedge \Psi^{II_{in}}.$$

Смешанный конфликт неоднородного конфликта первого рода и однородного конфликта второго рода будем называть *квазинеоднородным конфликтом III рода* ($\Psi^{III_{qin}}$) (рис. 12). Ψ квазинеоднородного конфликта третьего рода имеет вид

$$\Psi^{III_{qin}} = \Psi^{I_{in}} \wedge \Psi^{II_h}.$$

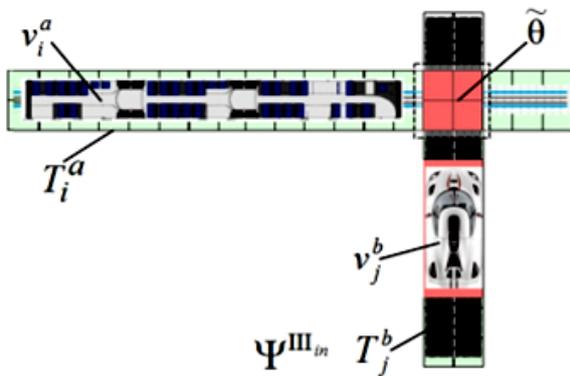


Рис. 11. Неоднородный конфликт третьего рода

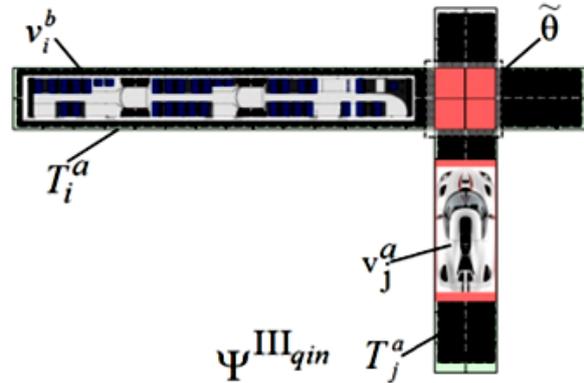


Рис. 12. Квазиоднородный конфликт третьего рода

Тогда под *бесконфликтностью ТП* мы будем понимать отсутствие в ТКС всех конфликтов первого, второго и третьего рода, формально это условие представимо:

$$TS \notin [\Psi^I, \Psi^{II}, \Psi^{III}]. \quad (1)$$

В основу разрешения конфликтов первого, второго и третьего рода предлагается заложить аксиоматические принципы функционального распараллеливания состояний.

Аксиома функционального состояния ПТО.

ПТО (или V) в процессе своего функционирования C пребывает в двух состояниях: состояние движения M или состояние покоя S . Формально это аксиоматическое утверждение представим

$$C_V : M \vee S, \quad (2)$$

где C_V – множество состояний ПТО.

Цикличность смены состояний движения M и покоя S формально генерируется циклом функционально-целевых состояний: {функция покоя – состояние покоя} – $\langle S \rangle$ → {функция перехода из состояния покоя в состояние движения – состояние перехода} – $\langle S-M \rangle$ → {функция движения – состояние движения} – $\langle M \rangle$ → {функция перехода из состояния движения в состояние покоя – состояние перехода} – $\langle M-S \rangle$ и функция покоя $\langle S \rangle$, порождающая новый цикл целевых состояний.

Такой цикл предлагается считать *аксиоматическим циклом целевых состояний ПТО*, формально его можно представить выражением

$$\Gamma_{C_V} : \langle S \rangle \wedge (S - M) \wedge \langle M \rangle \wedge \langle M - S \rangle. \quad (3)$$

Тогда необходимо и достаточно наличие условия существования функционального соответствия.

Для каждого \forall функционального состояния ПТО $C_i^V \in C_V$ должна существовать \exists транспортная коммуникация $TC_i^{C_i} \in TCS_V^C$, реализующая это функциональное состояние, формально это представимо

$$\forall C_i^V \in C_V \rightarrow \exists TC_i^{C_i} \in TCS_V^C. \quad (4)$$

где TCS_V^C – множество видов функциональных коммуникаций.

Аксиоматический цикл целевых состояний ПТО, трансдуктивно реализует структурно-функциональное соответствие ТКС, т.е. состояние движения (M) соответствует коммуникации движения (MC) и коммуникации смены направления движения (DC) (частный случай MC), состояние покоя (или стазиса) соответствует серверной коммуникации (SC), состоянию перехода $\langle M-S \rangle$ и $\langle S-M \rangle$ соответствует коннект коммуникации (CC), а символы « i » и « j » допускают структурное дифференцирование в границах функциональной области,

$$\Gamma_{TCS_V^C} : \langle SC \rangle \wedge \langle CC \rangle \wedge \langle MC \wedge DC \rangle. \quad (5)$$

представляет собой аксиоматический цикл целевых состояний ТКС.

Условие непрерывности функционального перехода ПТО.

В ТКС существует оператор управления функциональным переходом ПТО, который каждому $v_i^{C^k} \in V$ ПТО в состоянии k ставит в соответствие элемент коммуникационной системы $TC_i^k \in TCS^C$, реализующий это состояние $v_i^{C^k}$.

Условие классового разбиения коммуникационной системы.

Для каждого вида ПТО V^k должна существовать транспортная коммуникация этого вида TC^k :

$$\forall V^k, V^k \cap TC = TC^k, TC^k \in TC \subset TCS, \quad (6)$$

где TC – транспортная коммуникация, принадлежащая ТКС.

Пример классового разбиения ТКС представлен на рис. 13.

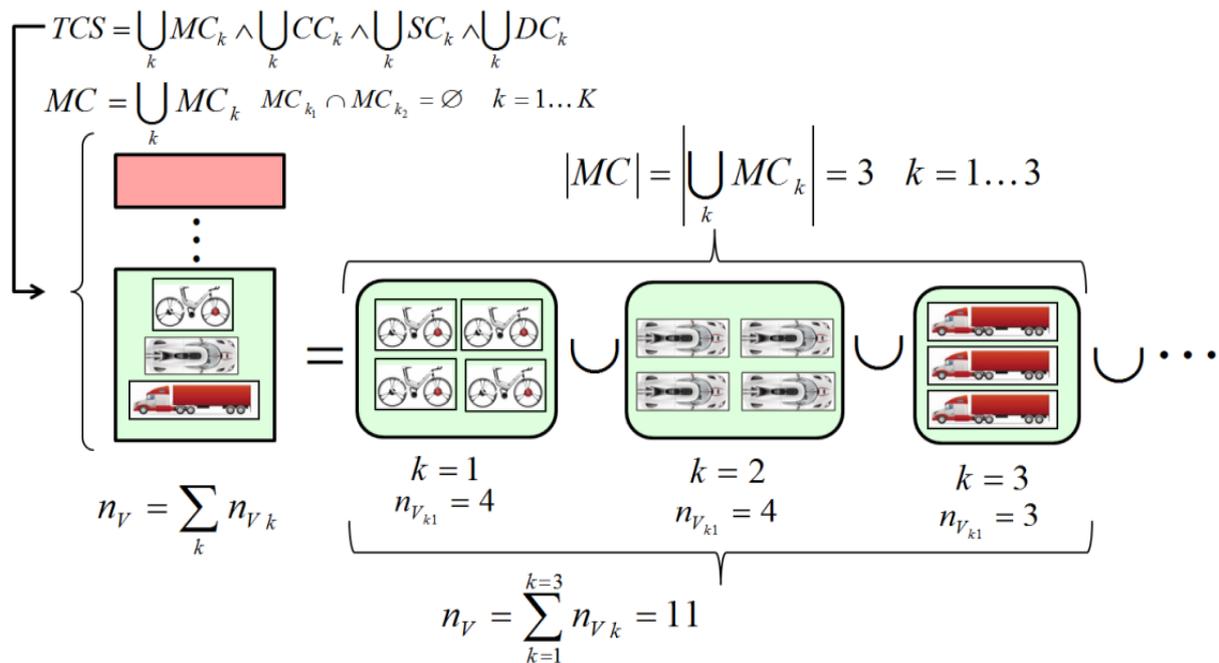


Рис. 13. Пример классового разбиения коммуникационной системы

Аксиоматика построения имманентной структуры ТКС, более подробно рассмотрена в [10], а в данной работе интерес представляет формальный процесс аксиоматического построения структуры транспортно-логистического распределительного узла (ТЛРУ).

ТЛРУ, или *NDS*, – это элемент транспортной системы, обеспечивающий взаимодействие ТКС, при условии бесконфликтного (1) и непрерывного (2)–(4) транспортного процесса движения.

Аксиома параллельного функционального ТКС.

Транспортные коммуникационные системы *TCS* функционально распараллелены и сопрягаются в ТЛРУ, формально утверждение представимо

$$\begin{cases} TCS_i \cap TCS_j = NDS \\ TCS_i \cap TCS_j = \emptyset. \end{cases} \quad (7)$$

Условие работоспособности СТЛРУ.

Объем входящих ПТО $V_i^a \in T_i^a$ в ТЛРУ равен объему выходящих $V_j^b \in T_j^b$ при условии смены ТК и выполнении условий (1)–(7), условие работоспособности ТЛРУ формально представимо

$$\text{Con}\langle W_{DC} \rangle = \begin{cases} V_{in}^{T_i^a} = V_{ex}^{T_j^b} \\ v_i^a \in T_j^b & v_i^a \in T_j^b \\ V_i^a \in V_j^b \\ ND \end{cases}$$

Графическая интерпретация работы ТРУ изображена на рис. 14.

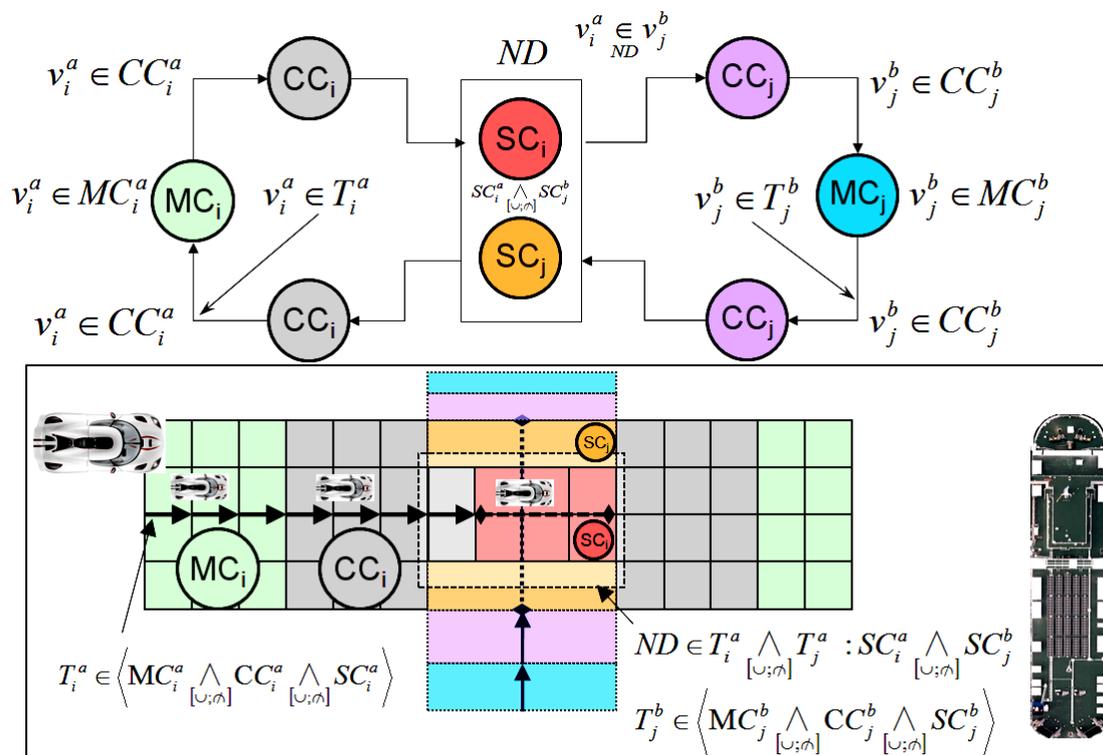


Рис. 14. Пример функционирования ТРУ в составе ТС

Пример отражает логико-алгебраическую модель функционирования ТРУ в системе транспортно-коммуникационного взаимодействия: $T_i \cap T_j$, в качестве T_i выступает дорожная коммуникация, а в качестве T_j водная, при этом $SC_i \in SC_j \subset T_j$.

Представленные аксиоматические методы на фундаментальном уровне закладывают базовые основы функционального проектирования бесконфликтных транспортно-логистических коммуникационных процессов движения, предлагают научный подход распараллеливания транспортных потоков по видам ПТО, их состояниям, организации движения, видам коммуникаций и систем их взаимодействия, исключают появление конфликтов I, II и III рода, обладают взаимной структурной организацией, имеют жесткий аксиоматический базис, непротиворечивы и подтверждены

эмпирически. Применение описанных подходов при развитии интеллектуальной транспортно-логистической инфраструктуры качественно повысит эффективность ее функционирования [11–16]. Данные методы удобно формализуемы и могут быть использованы в создании компьютерных моделей функционирования логистической инфраструктуры (логистические центры, порты, аэропорты, железнодорожные узлы, интермодальные терминалы) и транспортных сетей [17–20] с учетом предпочтений транспортной пассажирской активности [21].

Библиографический список

1. Белый О.В., Кокаев О.Г., Попов С.А. Архитектура и методология транспортных систем. – СПб.: Элмор, 2002.
2. Горев А.Э. Основы теории транспортных систем: учеб. пособие. – СПб.: СПбГАСУ, 2010. – 214 с.
3. Лукинский В.С. Моделирование временных составляющих автомобильных перевозок при реализации технологии «точно в срок» // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 3. – С. 116.
4. Лукинский В.С., Лукинский В.В. Анализ технико-эксплуатационных показателей международных автомобильных перевозок // Вестник гражданских инженеров. – 2012. – № 3. – С. 214–217.
5. Миротин Л.Б., Лебедев Е.А., Левицкий М.О., Лепешинский Е.Э. Повышение транзитных возможностей Российской Федерации // Автомобильный транспорт Дальнего Востока. – 2014. – № 1. – С. 274–277.
6. Гудков В.А., Миротин Л.Б., Ширяев С.А., Гудков Д.В., Атаев К.И. Основы логистики: учебник для вузов. – 3-е изд. – М., 2013. – 386 с.
7. Кокаев О.Г., Лукомская О.Ю., Селиверстов С.А. О технологии анализа транспортных процессов в современных условиях хозяйствования // Транспорт Российской Федерации. – 2012. – № 2 (39).
8. Селиверстов Я.А., Селиверстов С.А., Стариченков А.Л. Особенности построения системы городского транспортно-логистического мониторинга // Известия СПбГЭТУ. – 2015. – № 1. – С. 29–36.
9. Селиверстов Я.А., Селиверстов С.А. О логико-алгебраическом представлении транспортно-логистического процесса // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Информатика. Телекоммуникации. Управление. – 2014. – Т. 4. – № 200. – С. 57–68.
10. Селиверстов С.А., Селиверстов Я.А. Основы теории бесконфликтного непрерывного транспортного процесса движения // Интернет-журнал «Науковедение». – 2014. – № 3. – С. 122.
11. Селиверстов С.А. Методы и алгоритмы интеллектуального анализа процесса организации транспортной системы // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2014. – № 2 (24). – С. 92–100.

12. Селиверстов С.А., Селиверстов Я.А. О построении интеллектуальной системы организации и развития транспортной системы мегаполиса // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Информатика. Телекоммуникации. Управление. – 2015. – № 2–3 (217–222). – С. 139–161.

13. Селиверстов Я.А. Использование правила резолюций в вопросно-ответной процедуре транспортного планировщика // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2013. – № 1 (20). – С. 145–152.

14. Селиверстов Я.А., Стариченков А.Л. Построение моделей управления городскими транспортными потоками в условиях неопределенности внешней информационной среды // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Информатика. Телекоммуникации. Управление. – 2014. – № 6 (210). – С. 81–94.

15. Селиверстов Я.А., Селиверстов С.А., Стариченков А.Л. Особенности построения системы городского транспортно-логистического мониторинга // Известия Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета (ЛЭТИ). – 2015. – № 1. – С. 29–36.

16. Селиверстов Я.А. О построении модели классификации межагентных отношений социально-экономического поведения городского населения в системах управления транспортными потоками мегаполиса // Интернет-журнал «Науковедение». – 2014. – № 5. – С. 188.

17. Селиверстов Я.А., Селиверстов С.А. Методы и модели построения матриц транспортных корреспонденций // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Информатика. Телекоммуникации. Управление. – 2015. – № 2–3 (217–222). – С. 49–70.

18. Селиверстов Я.А., Селиверстов С.А. Применение метода имитационного моделирования для оценки эффективности новых видов городского пассажирского транспорта // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2015. – № 3 (31). – С. 83–92.

19. Селиверстов С.А., Селиверстов Я.А. Моделирование транспортных потоков мегаполиса с вводом новых видов водного внутригородского пассажирского транспорта // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2015. – № 2 (30). – С. 69–80.

20. Селиверстов Я. А. Моделирование процессов распределения и развития транспортных потоков в мегаполисе // Известия Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета (ЛЭТИ). – 2013. – № 1. – С. 43–50.

21. Селиверстов Я.А., Селиверстов С.А. Формальная аксиоматика теории «функционального» субъективного потребительского поведения // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. – 2014. – № 4 (199). – С. 34–48.

УДК 656.223.2+06

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОРОЖНИМИ ВАГОНПОТОКАМИ ПРИПОРТОВЫХ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

В.М. Задорожний

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения»
(г. Ростов-на-Дону)*

Представлены наиболее крупные и влиятельные компании-операторы на полигоне Северо-Кавказской железной дороги. Определены задачи и решения для эффективного управления и организации порожними вагонопотоками. Приведен ABC-анализ факторов, влияющих на движение поездов.

Ключевые слова: железнодорожная инфраструктура, международные транспортные коридоры, морской порт, операторские компании, оборот вагона, порожний вагон.

Введение

Через Северо-Кавказский экономический регион (СКЭР) проходят крупнейшие международные транспортные коридоры (МТК) в направлении важнейших южных глубоководных портов. Поэтому состояние инфраструктуры портов и прилегающей припортовой железнодорожной сети имеет важное значение для пропускаемого вагонопотока.

Северо-Кавказская железная дорога (СКЖД) – филиал ОАО «РЖД», обеспечивая транспортировку грузов в сообщении с портами, является важнейшим инфраструктурным объектом региона.

Несмотря на имеющий место кризисный спад грузоперевозок, некоторые грузы (в частности, нефтяные, черные металлы, удобрения) показывают положительную динамику в направлении портов Новороссийск, Туапсе, Кавказ, Тамань и др. (рис. 1). Это требует постоянного совершенствования работы припортовых транспортных систем.

1. Инфраструктурные особенности транспортного комплекса СКЭР

В последнее время развитию инфраструктуры портов, портовых комплексов и подходов к этим транспортным узлам уделяется большое внимание. Выполнены значительные работы по усилению транспортных магистралей Северо-Кавказского экономического региона. Однако несмотря на активное развитие железнодорожной инфраструктуры, нередко возникают ситуации, когда происходит резкое снижение пропускной спо-

способности порта, что вызывает перебои в погрузке и выгрузке судов, а также дополнительную нагрузку на инфраструктуру. Это приводит к заполнению портовых складов, накоплению поездов на подходах к портам, экономическим потерям операторских компаний и всей сети в целом, появляются «брошенные поезда».

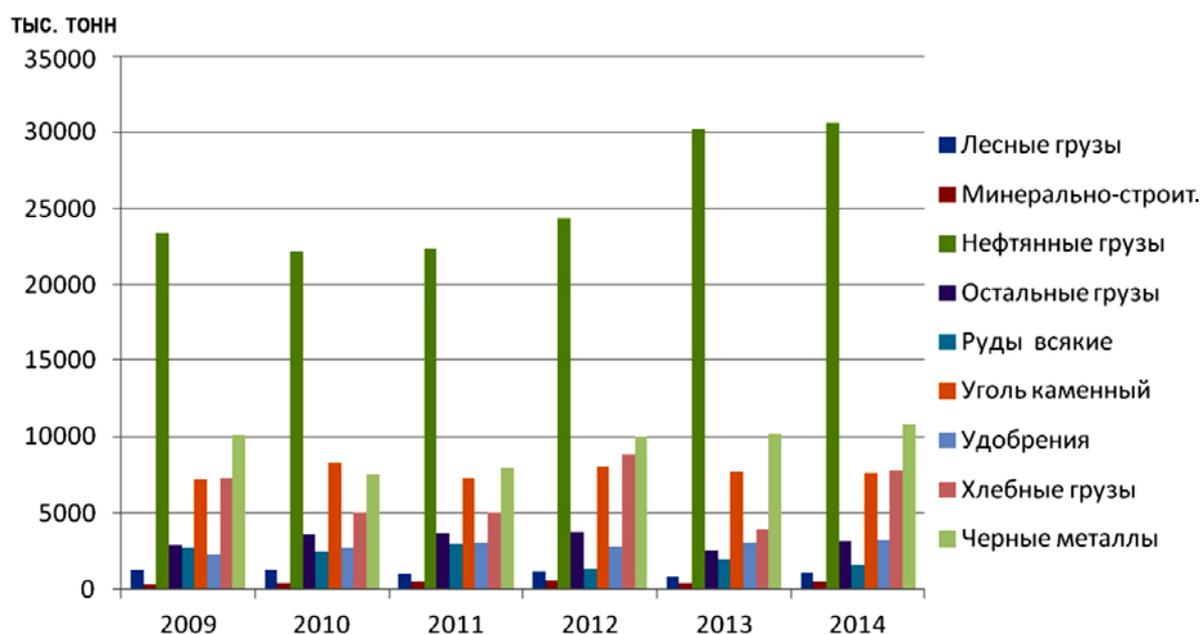


Рис. 1. Объемы перевозок на припортовые станции СКЖД по родам грузов

«Брошенный поезд» – это состав грузового поезда без локомотива, задержанный в продвижении к станции назначения по коммерческим, техническим или технологическим причинам на железнодорожной станции ОАО «РЖД». При нахождении состава без локомотива на участковой станции (станции оборота локомотива) свыше 6 ч он подлежит зачислению в число «брошенных» [1].

К основным причинам отставления от движения поездов назначением на припортовые станции СКЖД (рис. 2) относятся:

1) несоответствие эксплуатируемого парка локомотивов установленному плану;

2) неприем поезда станцией назначения по вине грузополучателя;

3) неравномерная погрузка;

4) невыполнение плановых норм перегрузки портом;

5) форс-мажорные обстоятельства (шторм, ветер, обледенение причалов);

6) недостаточная емкость путевого развития портовых станций;

7) ограничение пропускной способности при плановых и неплановых ремонтных «окнах»;

- 8) недостаточное количество локомотивов и бригад по «подъему» и вывозу «брошенных» поездов;
- 9) отказ технических средств.

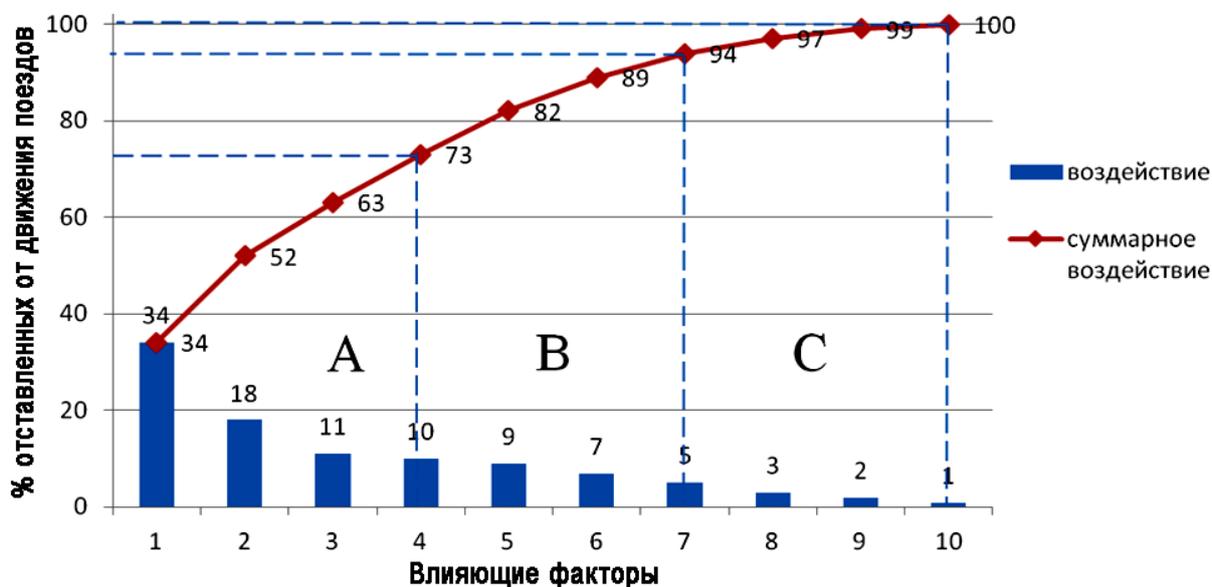


Рис. 2. Графическое представление ABC-анализа факторов отставления от движения поездов: *A* – наиболее влиятельные; *B* – промежуточные, стабильные; *C* – наименее влиятельные

В условиях многооператорского рынка подвижного состава немаловажной проблемой является управление порожними вагонопотоками. Главными проблемами являются:

- увеличение доли порожнего пробега;
- увеличение оборота вагона;
- занятие приемоотправочных путей станций отстоем вагонов;
- увеличение маневровой работы на станциях.

На полигоне СКЖД основными операторами подвижного состава являются общероссийские лидеры (табл. 1): АО «ПГК», АО «ФГК», ЗАО «Нефтетранссервис», ЗАО «Русагротранс», специализирующаяся на перевозке хлебных грузов, ООО «Трансойл» контролируют более 80% всех грузоперевозок на СКЖД.

Необходима заинтересованность владельцев подвижного состава в эффективном его использовании, сокращении оборота вагона, исключение порожнего рейса от станции выгрузки до станции накопления маршрута, оптимизация движения не только грузеных вагонопотоков, но и порожних и их быстрый возврат к перевозочной деятельности.

Таблица 1

Рейтинг операторов подвижного состава по величине парка в управлении, тыс. шт., и объему грузоперевозок, млн тонн

№ п/п	Название компании	2010 г.		2011 г.		2012 г.		2013 г.	
		Ваг.	Тонн	Ваг.	Тонн	Ваг.	Тонн	Ваг.	Тонн
1	UCL Rail «ПГК», АО	212,9	302,4	166,7	284,4	195,0	194,8	200,5	243,2
2	UCL Rail «НТК», АО	22,6	31,1	28,3	61,3		50,14		
3	«ФГК», АО	0	0	40,7	27,4	92,4	195,5	161,8	182,0
4	«Нефтетранссервис», ЗАО	37,6	35,4	59,6	72,9	64,1	79,6	59,1	95,8
5	«Globaltrans Investment plc»	44,8	63,8	40,5	68,4	52,7	74,3	58,3	84,3
6	«РТК», ГК	31,7	20,0	31,7	26,9	39,0	27,9	48,7	27,8
7	«Трансойл», ООО	29,4	59,0	29,0	53,0	35,8	56,0	37,7	55,6
8	«Трансконтейнер», ОАО	24,3	16,6	24,4	19,1	25,1	20,8	26,3	20,4
9	«Газпромтранс», ООО	27,6	26,4	28,5	24,5	26,6	24,7	27	24,6
10	Rail Garant	8,4	14,7	16,0	32,8	20,5	35,6	24,9	35,7
11	«ХК «Новотранс», ОАО	17,9	14,5	23,3	20,7	26,8	24,3	26,8	26,7
12	«СГ-Транс», ОАО	18,3	10,5	21,5	9,6	22,1	11,5	24,6	13
13	Группа «Трансгарант»	15,6	24,6	12,6	25,5	12,0	23,6	12,4	20,3
14	«РТ Оператор», ООО	0	0,3	3,5	3,5	5,0	7,6	15,8	14,9
15	«ИСП Транс», ООО	7,8	12,5	11,0	15,9	11,7	15,7	10,3	14,9
16	«СИБУР-Транс», ЗАО	14,7	8,1	16,1	8,9	16,4	8,7	17,2	9,1

2. Рекомендации по сокращению порожнего пробега вагона

В результате вступивших в силу с 1 апреля 2015 г. изменений в «Уставе железнодорожного транспорта Российской Федерации» существенно возрастает ответственность всех сторон, задействованных в перевозочном процессе. В первую очередь это относится к освободившимся на припортовых станциях выгрузки вагонам, подлежащим возвращению на станции вывода. Из [1] известно, что нормированию времени оборота грузового вагона следует уделять особое внимание, так как этот показатель влияет на использование основных средств и является одним из основных, характеризующих использование вагонного парка. В нынешних условиях остро стоит вопрос нормирования порожнего рейса оборота вагона. В связи с этим возрастает необходимость в эффективных мерах по оптимизации перевозок и своевременному возврату после выгрузки на портовых комплексах порожних грузовых вагонов.

Рассмотрим методику расчётов, позволяющих повысить эффективность процесса возвращения вагонов к станциям вывода. При этом исследуем один из важнейших показателей эффективности использования подвижного состава на железнодорожном транспорте – пробег порожнего вагона.

В качестве математической модели используется транспортная задача, в конкретной формулировке которой учитываются специфические черты всех составляющих частей грузовой работы.

Переменные x_{ij} со стандартными ограничениями $x_{ij} \geq 0$, являющиеся элементами матрицы перевозок $X = (x_{ij})$, будем рассматривать число порожних вагонов данной операторской компании, находящихся на i -й ($i = 1, 2, \dots, m$) припортовой станции выгрузки, которые могут быть перевезены на j -ю ($j = 1, 2, \dots, n$) станцию вывода. Эти переменные должны удовлетворять системе из $m + n$ линейных уравнений:

$$\begin{cases} x_{i1} + x_{i2} + \dots + x_{in} = a_i, & i = 1, 2, \dots, m; \\ x_{1j} + x_{2j} + \dots + x_{mj} = b_j, & j = 1, 2, \dots, n. \end{cases} \quad (1)$$

Здесь a_i – число всех порожних вагонов компании, находящихся на i -й станции выгрузки; b_j – число порожних вагонов компании, которые (в результате перевозок, произведённых со всех станций выгрузки) должны оказаться на j -й станции вывода. Обозначим, что $a = \sum_{i=1}^m a_i$ – общее число принадлежащих данной грузовой компании порожних вагонов, находящихся в некоторый промежуток времени на всех рассматриваемых станциях выгрузки в сформированных поездах, готовых к отправлению в сторону станций вывода.

Для каждой пары индексов i и j введём величину $\theta_{\text{пор}}^{ij}$, которую назовём межстанционным пробегом порожних вагонов с i -й станции на j -ю станцию.

Определение величин $\theta_{\text{пор}}^{ij}$ ($i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$) осуществляется в два этапа. Сначала в результате анализа, как можно в большей степени учитывающего специфику перевозочной инфраструктуры участка дороги между i -й станцией выгрузки и j -й станцией вывода, находятся соответствующие межстанционные коэффициенты k_{ij} . Затем по найденным значениям k_{ij} находятся соответствующие приведённые межстанционные коэффициенты k_{ij} по формуле

$$k_{ij} = \frac{\gamma}{k_{ij}},$$

где $\gamma = \frac{m+n}{\sum_{i=1, \dots, m} \sum_{j=1, \dots, n} \frac{1}{k_{ij}}}$ – среднее гармоническое коэффициентов k_{ij} .

Интересующие нас межстанционные пробеги равны:

$$\theta_{\text{пор}}^{ij} = k_{ij} \theta_{\text{пор}}.$$

Переходя к собственно транспортной задаче, матрицу тарифов a_{ij} запишем в виде

$$A = \left(\begin{array}{c} \theta_{\text{пор}}^{ij} \\ \hline a \end{array} \right).$$

В качестве целевой функции будем рассматривать средневзвешенное всех межстанционных пробегов порожних вагонов:

$$z = \frac{1}{a} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \theta_{\text{пор}}^{ij} x_{ij}. \quad (2)$$

Решение задачи линейного программирования $z \rightarrow \min$ для целевой функции (2) при ограничениях (1) предлагается находить посредством соответствующего специализированного пакета системы аналитических вычислений.

Задача состоит в нахождении оптимального плана перевозок, при котором средневзвешенное межстанционных пробегов порожних вагонов окажется наименьшим.

Исходными данными являются количество порожних вагонов, которые в некоторый промежуток времени находятся на станциях выгрузки, пропускные способности станций вывода и другие инфраструктурные показатели. В результате анализа специфики перевозочной инфраструктуры участков дороги, составляющих кратчайшие маршруты, связывающие рассматриваемые станции выгрузки и станции вывода, вычисляются соответствующие межстанционные коэффициенты k_{ij} (табл. 2).

Далее на основании коэффициентов k_{ij} вычисляются соответствующие приведённые межстанционные коэффициенты k_{ij} и межстанционные значения α_{ij} .

Таблица 2

Инфраструктурные показатели участков сети

№ п/п	Станция (k)	Станция (j)	Расстояние, км	Пропускная способность	Время хода поезда на уч-ке, ч	Обработка поезда, мин						Емкость путевого развития, ваг.		Коэфф. эффект. уч-ка $K_{эф}$
						$t_{пр}$	$t_{об}$		$t_{от/п}$		$t_{от}$	k	j	
							k	j	k	j				
Коридор «Север–Юг»														
1	Чертково	Лихая	161	160	5,19	5	45	15	16	30	2	917,3	4613,5	0,767
2	Лихая	Ростов	164	160	5,29	5	15	45	30	16	2	4613,5	1977,4	0,800
3	Ростов	Батайск	10	160	0,32	5	45	15	16	30	2	1977,4	8087,8	0,744
4	–	Таганрог	71	160	2,29	5	45	45	16	16	2	1977,4	968,6	0,621
5	Батайск	Староминская	96	160	3,10	5	15	45	30	16	2	8087,8	816,2	0,798
6	–	Азов	30	66	0,97	5	15	45	30	16	2	8087,8	481,7	0,610
7	–	Тихорецкая	169	160	5,45	5	15	45	30	16	2	8087,8	3640,6	0,952
8	Староминская	Тимашевская	107	160	3,45	5	45	45	16	16	2	816,2	1120,2	0,629
9	–	Ейск	66	66	2,13	5	45	45	16	16	2	816,2	399	0,455
10	Тимашевская	Рзд 9 км	112	160	3,61	5	45	45	16	16	2	1120,2	3355,8	0,706
11	–	Краснодар	73	160	2,35	5	45	15	16	30	2	1120,2	1338,2	0,591
12	Краснодар	Туапсе	146	66	4,71	5	15	45	30	16	2	1338,2	1547,4	0,565
13	Рзд 9 км	Новороссийск	57	160	1,84	5	45	15	16	30	2	3355,8	2952,6	0,685
14	–	Юровский	59	160	1,90	5	45	45	16	16	2	3355,8	193,7	0,626
15	–	Крымская	8	160	0,26	5	45	45	16	16	2	3355,8	1237,7	0,605
16	Юровский	Темрюк	31	66	1,00	5	45	45	16	16	2	193,7	178,8	0,396
17	–	Кавказ	97	66	3,13	5	45	45	16	16	2	193,7	320,9	0,467
18	–	Тамань	53	66	1,71	5	45	45	16	16	2	193,7	228,2	0,420
19	–	Анапа	28	66	0,90	5	45	45	16	16	2	193,7	435,5	0,400
Коридор «Трансиб»														
1	Сальск	Тихорецкая	147	66	4,74	5	45	15	16	30	2	1640,1	3640,6	0,796
2	Тихорецкая	Краснодар	136	66	4,39	5	15	15	30	30	2	3640,6	1338,2	0,750
3	Краснодар	Крымская	86	66	2,77	5	15	45	30	16	2	1338,2	1237,7	0,573
4	Крымская	Новороссийск	49	160	1,58	5	45	15	16	30	2	1237,7	2952,6	0,755
5	–	Грушевая	22	66	0,71	5	45	45	16	16	2	1237,7	325,7	0,472
6	Морозовская	Лихая	150	160	4,84	5	45	15	16	30	2	1249,3	4613,5	0,947
7	Лихая	Ростов	164	160	5,29	5	15	45	30	16	2	4613,5	1977,4	0,800

Затем в системе аналитических вычислений с определёнными ограничениями рассчитывается рациональный план возвращения порожних вагонов на станции вывода, обеспечивающий наименьшее значение средневзвешенного межстанционных пробегов ($z \rightarrow \min$).

В настоящее время исследования вопросов сокращения оборота вагонов в припортовых транспортно-технологических системах продолжаются в рамках диссертационной работы, формируются и корректируются инфраструктурные показатели участков железнодорожной сети с последующими расчетами их показателей.

Библиографический список

1. Распоряжение ОАО «РЖД» от 21 августа 2008 г. № 1757р «Об организации учета и составлении оперативной отчетности по временно отставленным от движения («брошенным») составам поездов» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lawru.info/dok/2008/08/21/n261887.htm>.

2. Кудрявцев В.А. Управление движением на железнодорожном транспорте: учебное пособие для вузов ж.-д. трансп. – М.: Маршрут, 2003. – 200 с.

УДК 656.07

ПЕРСПЕКТИВЫ ОКАЗАНИЯ ПЕРЕВОЗОЧНОЙ УСЛУГИ НА ПРИНЦИПАХ ОДНОГО ОКНА

Г.Б. Титов

Общество с ограниченной ответственностью «Фирма «Трансгарант» (Москва)

В соответствии с долгосрочной стратегией Транспортной группы FESCO по развитию сети собственных терминалов на маршруте «Восток–Запад–Восток» в перспективе планируется усиление мощности трёх контейнерных терминалов, расположенных в Новосибирске, Томске и Хабаровске. В статье даётся краткая характеристика указанных терминалов. Приводятся основные преимущества комплексного подхода к организации перевозки на примере терминала ОАО «Стройоптторг».

Ключевые слова: транспортная группа FESCO, «Трансгарант», контейнерный терминал, транспортно-логистический продукт.

Изменения в экономической и политической ситуации, происходящие в РФ, сказались на состоянии отечественного рынка транспортно-логистических услуг.

В результате под действием макрофакторов – таких как снижение грузовой базы, профицит парка вагонов на сети – рынок оперирования трансформировался и транспортный бизнес столкнулся с проблемой значительного снижения уровня доходности на 1 вагон.

Конкуренция на рынке оперирования подвижным составом стремительно растет. Сегодня уже недостаточно просто владеть вагоном, чтобы успешно выстраивать свои взаимоотношения с клиентом-грузоотправителем. Становятся востребованными комплексные услуги на базе собственных активов – железных дорог, флота, портовых и терминальных мощностей, которыми обладает транспортная группа FESCO. Наличие собственных портовых мощностей в ОАО «Владивостокский морской торговый порт» с

ежегодной пропускной способностью 3,9 млн тонн генеральных грузов и нефтепродуктов, а также свыше 600 тыс. TEU контейнерных грузов способствует повышению уровня сервиса интермодальных перевозок, предоставляемого клиентам.

В рамках долгосрочной стратегии группы FESCO по развитию сети собственных терминалов на маршруте «Восток–Запад–Восток» были приобретены и получили развитие три контейнерных терминала в Новосибирске, Томске и Хабаровске. Терминальные комплексы оснащены специализированным контейнерным оборудованием и современными IT-системами, на терминалах действуют хорошо налаженные производственные схемы и работает высоко мотивированный персонал.

Контейнерный терминал в Новосибирске является частью транспортного комплекса общей площадью 15 га. Его перерабатывающая способность составляет до 100 тыс. TEU в год. На терминале организован комплексный сервис, включающий обработку готовой продукции, её ответственное хранение, а также оперирование контейнерным парком, предназначенным для перевозки продукции.

Складской комплекс ОАО «Стройоптторг» приобретен «Трансгарантом» в 2006 году. Терминал ОАО «Стройоптторг» расположен в черте Хабаровска, на территории 9,3 га. Он является одним из крупнейших в регионе центром хранения и переработки грузов, перевозимых основными видами транспорта – железнодорожным, автомобильным и речным. Перерабатывающая способность терминала составляет до 60 тыс. TEU в год. К «Стройоптторгу» примыкает железнодорожная ветка от станции Красная речка Дальневосточной железной дороги – филиала ОАО «РЖД». «Трансгарант», имеющий в собственности крытые вагоны и фитинговые платформы, обеспечивает бесперебойную доставку грузов со «Стройоптторга» в любой регион России.

Контейнерный терминал, расположенный в Томске, находится на территории предприятия «Томскнефтехим» и занимает площадь 1 га. Его расчётная перерабатывающая способность составляет до 11 000 TEU в год. Терминал предназначен для хранения и отгрузки на железнодорожные платформы готовой продукции в контейнерах клиента. Проектировала и строила терминал компания «Трансгарант», которая с момента запуска объекта будет выполнять функции оператора, обеспечивая хранение, терминальную обработку груженых и порожних контейнеров, а также оперирование контейнерным парком на территории комплекса. Терминал оборудован контейнерным краном. Подъездные пути терминала протяженно-

стью 305 м через железнодорожный узел СИБУРа – станцию Входная при-
мыкают к путям общего пользования станции Копылово.

Запуск терминала на предприятии «Томскнефтехим» позволит «Трансгаранту» усилить свои позиции в Западно-Сибирском регионе, а также создаст позитивный синергетический эффект для всех дивизионов Транспортной группы FESCO. Кроме того, партнерство с СИБУРОм способствует увеличению объема контейнерных перевозок «Трансгаранта» за счет долгосрочного сотрудничества с одной из крупнейших российских компаний.

Все это позволяет оказывать сервис европейского уровня для всех участников транспортного рынка, эффективно контролировать клиентскую базу, а также способствовать развитию интермодальных контейнерных перевозок группы.

В настоящее время предприятия проявляют все больший интерес к получению *комплексного транспортно-логистического продукта* в условиях жесткой экономии издержек и курса на повышение эффективности.

Пользоваться именно *комплексом услуг*, предоставляемых одной компанией выгодно, прежде всего, если клиенту необходима надежная и конкурентоспособная доставка продукции на условиях «door to door», когда в перевозке задействованы различные виды транспорта. Так, например, компании угольной отрасли обращаются в «Трансгарант» с просьбой организовать транспортно-экспедиторское обслуживание непосредственно от станции отправления груза до момента его погрузки на борт судна или до конечного порта назначения. Являясь дочерней компанией транспортной группы FESCO, «Трансгарант» может предоставлять клиентам более выгодные условия комплексного сервиса по сравнению с обычным экспедитором, так как наряду с организацией железнодорожной перевозки дополнительно предлагает услуги портовой и морской логистики.

Полный пакет услуг от «Трансгаранта» включает весь комплекс транспортных услуг, а также различные сопутствующие операции. Например, для компаний, занимающихся производством напитков, оказываются комплексные услуги перевозки сахара в крытых вагонах с дальнейшим хранением, дроблением на более мелкие партии и доставкой непосредственно на заводы. Помимо этого в стандартный пакет могут входить консолидация грузов на складах, автомобильная доставка непосредственно до клиента и т.п. В целом речь идет о всестороннем сопровождении грузовых перевозок, независимо от их дальности и сложности.

К тому же пакет услуг «Трансгаранта» разрабатывается и предоставляется каждому заказчику с учетом индивидуальных особенностей груза,

оптимального маршрута его следования, необходимых сроков доставки и требований безопасности. Все это позволяет снизить затраты клиента. Собственный парк, а также сеть терминалов обеспечивают организацию работы по оптимальной схеме, а также возможность использовать и предлагать уже отработанные готовые решения и технологии.

Наличие собственных терминальных и складских мощностей во Владивостоке, Хабаровске, Новосибирске и Томске гарантирует клиентам получение высококачественного сервиса по конкурентоспособным ценам из первых рук. В частности, под контролем компании находится один из крупнейших на Дальнем Востоке логистических центров – терминал ОАО «Стройоптторг».

Универсальный терминал ОАО «Стройоптторг» – единственное в Хабаровском крае транспортное предприятие, предоставляющее полный комплекс услуг складской логистики, экспедирования и осуществляющее терминальные операции. Комплекс расположен в Хабаровске в непосредственной близости от федеральной автотрассы, что создает возможность для обработки большегрузного автотранспорта. Собственные подъездные пути протяженностью 2,3 км, примыкающие к станции общей сети Красная речка, позволяют эффективно и без заторов формировать и обслуживать контейнерные поезда Дальневосточной железной дороги. Грузовые операции на территории терминала осуществляются с использованием собственного маневрового локомотива. Наличие причальной стенки позволяет организовать смешанное железнодорожно-водное сообщение в период навигации на Амуре. Склады ОАО «Стройоптторг» оснащены современным оборудованием для хранения и обработки тарно-штучных грузов: стеллажами для поддонов стандартов «FIN» и «EUR» с высотой балки до 8,8 м, высотными штабелерами и другим необходимым подъемно-транспортным оборудованием (площадь контейнерной площадки комплекса – 1,1 га). Все это не просто параметры терминала, а факторы, которые позволяют предоставлять качественную, комплексную услугу, что в свою очередь снижает издержки клиентов.

«Трансгарант» максимально учитывает потребности клиентов. Изначально на терминале «Стройоптторг» оказывали преимущественно услуги складской деятельности, однако в течение последних пяти лет проводилась серьезная работа: расширилась специализация, была модернизирована площадка. Теперь это универсальный логистический терминал; клиент может выбрать и пакет услуг, и отдельную услугу. Терминал открыт в этом

вопросе, и на нём готовы помочь определить наиболее выгодный клиенту вариант. В настоящее время терминал работает круглосуточно – принимает и отправляет контейнерные поезда, постоянно расширяя пул клиентов.

Наряду с публичными сервисами в компании принято решение о развитии сервиса услуг на базе кэптивных терминалов – появляется так называемый *сервис одного окна*.

Понятие «одно окно» довольно распространено в транспортно-логистическом бизнесе. Так, все бизнес-единицы железной дороги взаимосвязаны и работают на общий результат, при этом полностью исключена внутрихолдинговая конкуренция.

Основные преимущества подхода для грузовладельцев: скорость, удобство, прозрачность – ключевые принципы работы по технологии одного окна. Более высокой скорости доставки удастся добиться за счет того, что нормированы основные составляющие процесса перевозки.

Сокращение времени перевозки достигается благодаря построению оптимальной логистической схемы доставки продукции. Она учитывает весь комплекс работ, включая вывоз груза со склада грузовладельца, погрузочно-разгрузочные работы, а также использование автотранспортных услуг, оплату перевозочных платежей по территории других государств, предоставление вагонов по заданным параметрам, оформление документации и оказание сопутствующих услуг. В данном случае клиенту не придется тратить время на поиск сторонних логистических компаний, заниматься вопросами перегрузки и складирования грузов, а также заключением договоров с собственниками подвижного состава.

Использование технологии одного окна, прежде всего, интересно владельцам грузов, у которых отсутствует собственная железнодорожная инфраструктура (подъездные пути). Уникальность технологии состоит в том, что клиенту не приходится искать сторонние логистические компании и заниматься вопросами перегрузки и складирования. Перемещение груза осуществляется по принципу «от двери до двери».

Примером деятельности сервиса одного окна для «Трансгаранта» является совместный проект с холдингом СИБУР – контейнерный терминал на территории предприятия «Томскнефтехим».

УДК 656.078

К ВОПРОСУ ФОРМИРОВАНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В СФЕРЕ МЕЖДУНАРОДНОГО ТОВАРОДВИЖЕНИЯ

О.П. Кизляк

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» (Санкт-Петербург)

В статье проведен анализ факторов, оказывающих влияние на эффективность функционирования логистической инфраструктуры, с использованием методики экспертного опроса.

Ключевые слова: логистическая инфраструктура, экспертная оценка, факторы эффективности функционирования логистической инфраструктуры.

Основным препятствием, сдерживающим развитие логистических систем, обеспечивающих международное товародвижение, является отсутствие в регионах (за редким исключением) логистической инфраструктуры, в полной мере позволяющей предоставлять компаниям-клиентам комплексное транспортно-распределительное обслуживание, включающее таможенное оформление, перевалку грузов, складирование и дистрибуцию. Поэтому наиболее важной задачей сегодняшнего дня представляется логистическая координация и развитие элементов инфраструктуры, обеспечивающих выполнение указанных операций [1, 2]. Но какие элементы развивать? И каким образом гармонизировать их технологические процессы?

В связи с многоаспектностью и разнохарактерностью факторов, оказывающих влияние на эффективность функционирования логистической инфраструктуры в целом, представляется необходимым выполнить оценку их важности и значимости. Для этого нами использована методика экспертного опроса. Численность экспертной группы была определена в количестве одиннадцати человек. Качественный состав группы представлен в табл. 1.

Работа по формированию экспертной оценки проводилась в два этапа. На первом этапе методом анкетирования производился опрос специалистов. Его целью являлась весовая (в пределах 0÷100) оценка значимости основных факторов, влияющих на эффективность логистической системы. На втором этапе с использованием прикладной программы Excel стандарт-

ного пакета Microsoft Office для Windows производилась обработка полученных данных. Результаты первичной обработки приведены в табл. 2.

По результатам расчётов построена диаграмма удельной количественной оценки групп факторов, влияющих на эффективность функционирования логистической системы, позволяющая судить о внутрисистемной эффективности элементов логистической инфраструктуры, их важности и значимости (рис. 1).

Таблица 1

Состав экспертной группы

Качественный состав экспертов	Количество, чел.
Научно-педагогический состав ПГУПС	3
Специалисты ОАО «ТРАНСЛОДЖИКС», в том числе:	5
– специалисты по таможенному оформлению	3
– сотрудники отдела логистики	2
Специалисты других областей	3
Всего	11

Таблица 2

Удельные и относительные весовые оценки групп факторов

№ п/п	Наименование факторов	Математическое ожидание $E_j(x_i)$	Дисперсия $\sigma_j^2(x_i)$	СКО математического ожидания	Коэффициент вариации $v_j(x_i)$
1	Выбор рационального маршрута перевозки	56,32	523,14	5,36	0,33
2	Упаковка, маркировка, подготовка к перевозке	7,78	47,71	1,63	0,87
3	Пропускная и провозная способность путей сообщения	33,52	277,83	3,74	0,22
4	Величина транспортного тарифа	34,44	343,79	4,37	0,17
5	Хранение товаров на складе	47,87	406,02	4,74	0,21
6	Мультимодальные перевозки	27,92	215,73	3,46	0,36
7	Интермодальные перевозки	29,86	229,94	3,55	0,31
8	Таможенные мероприятия	65,83	341,38	3,75	0,14
9	Информационное сопровождение товарного потока	38,33	386,06	4,60	0,21
10	Производственные возможности пунктов стыкования различных видов транспорта	71,11	92,81	2,27	0,11

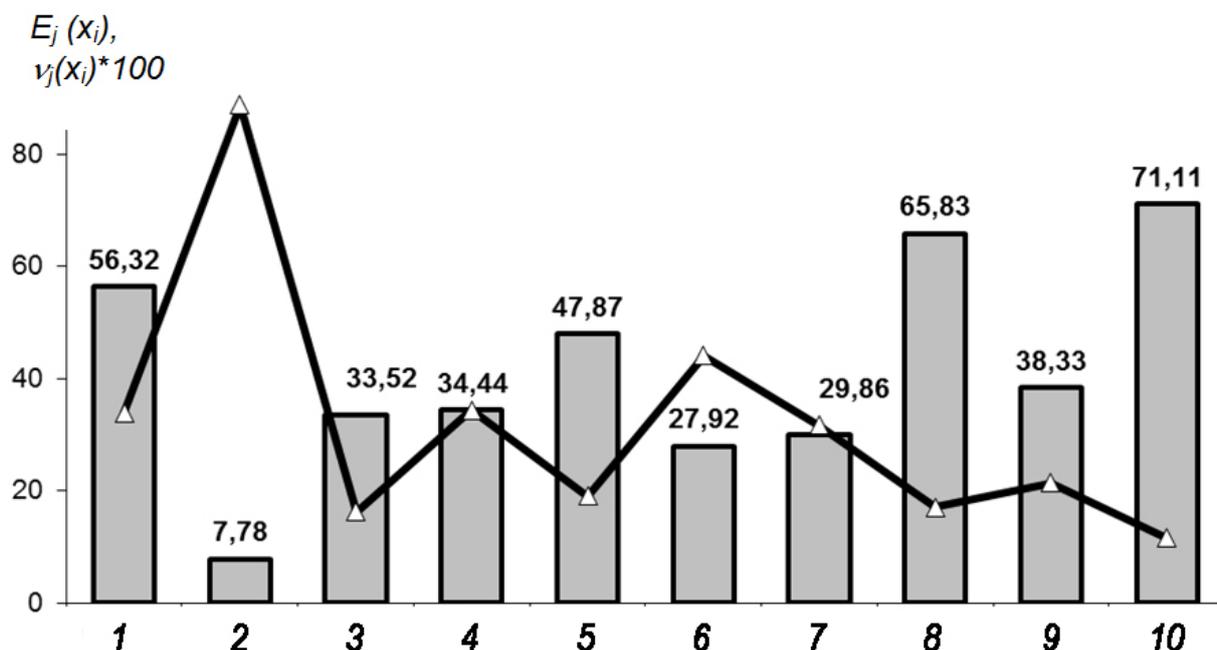


Рис. 1. Совмещённая диаграмма математического ожидания и вариабельности экспертных оценок:
 — математические ожидания весов факторов;
 — коэффициенты вариации экспертных оценок

На основе расчетных данных коэффициент конкордации $k_k = 0,51$ свидетельствует об удовлетворительной сходимости суждений экспертов. Наиболее высокая согласованность оценок, судя по значению вариабельности признаков, принадлежит только 5, 8 и 10 факторам. По другим факторам, имеющим значительный разброс в значениях коэффициентов вариации, такого вывода сделать нельзя.

Обобщающий анализ данных табл. 2 и диаграммы позволил сделать следующий вывод: наиболее значимыми факторами, влияющими на эффективность логистической инфраструктуры (в сфере товародвижения), являются производственные возможности пунктов стыкования различных видов транспорта, организация размещения и хранение товаров на складах, таможенные операции. В этой связи представляется, что одним из важнейших направлений при формировании логистической инфраструктуры следует считать создание и развитие грузовых терминалов.

Получается явное противоречие: в соответствии с устоявшимися взглядами, принято считать, что терминальные складские объекты как элемент логистической инфраструктуры служат для накопления и хранения грузов. В действительности же склады в логистических системах создаются не для хранения грузов, а для преобразования грузопотоков [2, 3].

В логистических системах международного товародвижения через складской комплекс осуществляется взаимодействие различных транспортных систем, поскольку поступающий грузопоток с одного вида транспорта преобразуется в грузопоток, наиболее приемлемый для другого вида транспорта [1, 2]. На самом деле, изначально никакие грузы, товары, изделия, никакая продукция не создаются для хранения. Товары всегда производятся для продажи и потребления, а основной целью функционирования ядра логистических инфраструктурных компонентов, выявленного в ходе экспертного исследования, является обеспечение наиболее эффективного продвижения товарных потоков, перемещаемых через таможенную границу.

Основываясь на приведенных рассуждениях, автор полагает, что направлением дальнейших исследований следует считать проблемы гармонизации развития элементов региональной логистической инфраструктуры в таможенной сфере.

Библиографический список

1. Романов В.Н. Особенности оценки транспортного обеспечения таможенного органа при логистическом подходе // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2006. – № 3 (15). Вып. 2. – С. 176–180.
2. Методологические основы моделирования взаимодействия таможенных органов и участников внешнеэкономической деятельности // Научно-технические ведомости СПб ГПО. Экономический раздел. – 2008. – № 4.
3. Миротин Л.Б., Некрасов А.Г. Логистика интегрированных цепочек поставок. – М.: Экзамен, 2006. – 256 с.

УДК 656.073.2

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРИНЦИПОВ ПРИ СБОРКЕ ТОВАРНЫХ ГРУЗОВ НА СКЛАДАХ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

Р. Апсалонс, Г. Громовс

Институт транспорта и связи (Рига, Латвия)

В глобальной логистике склад является частью транспортного терминала, который соединяет различные виды транспорта. Обслуживание проходящих через склад грузовых потоков должно укладываться в рамки временных ограничений, что определяется, в частности, и логистическими принципами сборки товара на складе. В статье рассмотрены различные схемы сборки не крупных товарных грузов с использованием логистических принципов.

Ключевые слова: глобальная логистика, транспортный терминал, склад пакетного груза, сборка мелкого товарного груза, принцип разделения заказа, критерии формирования маршрута для сборки товара, алгоритм формирования маршрута для сборки товара.

Введение

Глобализация связана не только с развитием различных видов транспорта и мультимодальности перевозок, но и с совершенствованием транспортной инфраструктуры и методов организации транспортной работы на терминалах. Под терминалами подразумеваются специальным образом организованные и оборудованные места на стыке различных видов транспорта, где производятся операции по обслуживанию грузовых и пассажирских потоков [8]. Компоненты терминала связаны с элементами транспортного узла – подъездными путями, погрузочными фронтами, складами и другими элементами инфраструктуры [1]. Именно складам отводится важная роль, поскольку своевременность формирования железнодорожных составов зависит от своевременности собранных заказов [2]. Сборка товаров точно в срок – это один из наиболее важных показателей услуг – *KPI (Key Performance Indicator)*, то есть ключевой показатель исполнения, в данном случае складских процессов [3].

Погрузка железнодорожных составов должна быть выполнена вовремя, поэтому и сбор товаров должен быть выполнен вовремя. В статье рассмотрены разные схемы сбора мелких товаров на основе применения логистических принципов.

1. Формирование зон сборки и принцип «разделения заказа»

Рассмотрим склад, в котором хранится товар пакетного груза, то есть товар, который состоит из нескольких единиц потребителя, находящихся внутри картонных ящиков, размещенных на паллете. Прежде чем выяснить, какая технологическая схема – комплектации или сбора товара – должна быть обеспечена, необходимо выделить размеры зон сборки [4]. Предположим, что изначально у нас имеются две отдельные зоны для сборки товара:

- 1) *ЗК_HU* – зона комплектации, где заказы собираются ящиками;
- 2) *ЗК_CU* – зона комплектации, где заказы собираются в единицах потребителя, поскольку основное количество каждого *SKU (Stock Keeping Unit* – наименование товара в хранении) каждого заказа собирается в единицах потребителя.

Конечно, существует вариант объединения этих зон, и это происходит тогда, когда основное количество каждого *SKU* каждого заказа собирается в ящиках и количество разных наименований товара небольшое. Для

принятия решения об объединении зон, как правило, делается расчёт по затратам сборки, на основании которого определяется, выгоднее иметь разделённые зоны $ЗК_{HU}$ и $ЗК_{CU}$ или выгоднее эти зоны совместить [5]. Необходимо добавить, что нужно оценить и общее время комплектации [6] или даже сделать анализ каждой операции сборки товара [3].

Если на складе имеются две отдельные зоны для сборки товара: $ЗК_{HU}$ и $ЗК_{CU}$, то организация работы каждой зоны сборки связана с принципом «разделения заказа», при котором, если в заказ попадает полный паллет определённого SKU , его отбирают первоначально из зоны хранения ($ЗХ$), где операции происходят только с полными паллетами, а потом остальное количество этого SKU отбирается из $ЗК$ или из $ЗК_{HU}$ и $ЗК_{CU}$ (рис. 1).

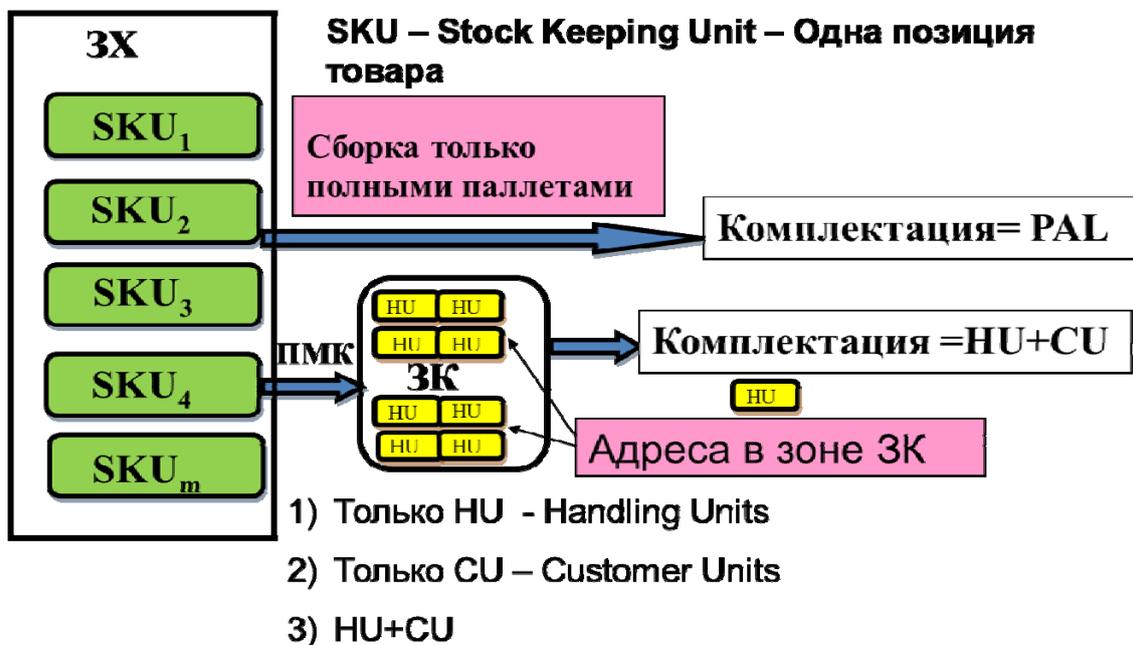


Рис. 1. Способы комплектации – сборки:
ПМК – процесс пополнения мест комплектации [3]

Исходя из этого, имеются три различных варианта организации комплектации:

вариант 1: все позиции товара (SKU) собираются только из одной зоны – $ЗХ$, и здесь нет $ЗК$. При этом необходимо решить следующие проблемы:

- размещение полных паллет определённых SKU ;
- на сборе много ящиков и единиц потребителя каждого SKU ;
- отборка происходит по всему складу, и поэтому происходит изъятие товара и из верхних ярусов с применением специальной

техники *HLOP* (*High Level Order Picker*) – комплектовщик заказов верхних ярусов стеллажа;

вариант 2: применяется принцип «разделения заказа» – полные паллеты заказа определённого *SKU* собираются из *ЗХ*, ящики собираются из *ЗХ* (изъятие товара происходит из всех ярусов полетных стеллажей с применением специальной техники *HLOP*), а для сборки единиц потребителя существует зона комплектации *ЗК_СU* (используются специальные стеллажи ящиков либо стеллажи (системы) для отбора мелкого товара);

вариант 3: применяется тот же принцип «разделения заказа» – полные паллеты заказа определённого *SKU* собираются из *ЗХ*, но ящики собираются из зоны комплектации *ЗК_НУ* (изъятие товара происходит из первого или первого и второго ярусов полетных стеллажей, либо используются специальные стеллажи (системы) ящиков), а для сборки единиц потребителя – *ЗК_СU* (используются специальные стеллажи ящиков либо стеллажи (системы) для отбора мелкого товара).

2. Критерии формирования маршрута

Рассмотрим действия по планированию зоны *ЗК_СU* для сборки мелкого товара, где заказы собираются в единицах потребителя. Предположим, что на складе имеются 10000 *SKU* – разных наименований товара с разными сроками годности. Планируется зона *ЗК_СU* с учётом того, что кроме количества каждого *SKU* для сборки (товар внутри адресов сборки) должен находиться минимальный запас (товар внутри адресов запаса) для пополнения мест (адресов) комплектации. Это значит, что зона *ЗК_СU* состоит из двух подзон – адреса каждого *SKU* для сборки и адреса каждого *SKU* для пополнения мест комплектации. Дополнительно надо учесть, что объём каждого *SKU* должен быть минимальным, поскольку это влияет на длину маршрута комплектации заказа из этой зоны [7, 8]. Появляется вопрос: а есть ещё какие-то возможности улучшения работы в зоне *ЗК_СU*? Особенно, если речь идёт о снижении длины маршрута комплектации [9]. Конечно есть, но тогда нужно выделить критерии формирования маршрута комплектации.

Главные критерии формирования маршрута комплектации в зоне *ЗК_СU*, с учётом порядка размещения товара в этой зоне (рис. 2):

критерий 1: число заказов каждого *SKU* за определённый период времени, заказы/квартал;

критерий 2: средний объём заказов каждого *SKU* за определённый период времени, м³/ заказ;

критерий 3: доход в денежных единицах с применением классификации ABC (80%/95%/100%), руб./квартал:

- блок А – эти SKU дают 80% от дохода;
- блок В – эти SKU дают остальные 15% от дохода;
- блок С – эти SKU дают остальные 5% от дохода;

критерий 4: бренды каждого SKU;

критерий 5: *Key Accounts of Consumers* – размещение каждого SKU в зависимости от главных потребителей, продажа руб. /клиент/квартал;

критерий 6: *Key Accounts of Suppliers* – размещение каждого SKU в зависимости от главных поставщиков, стоимость товара руб./клиент/квартал;

критерий 7: средняя поточность товара каждого SKU, шт./день, или шт./заказ;

критерий 8: размер каждого SKU по высоте (в глубину и в ширину), мм/SKU.

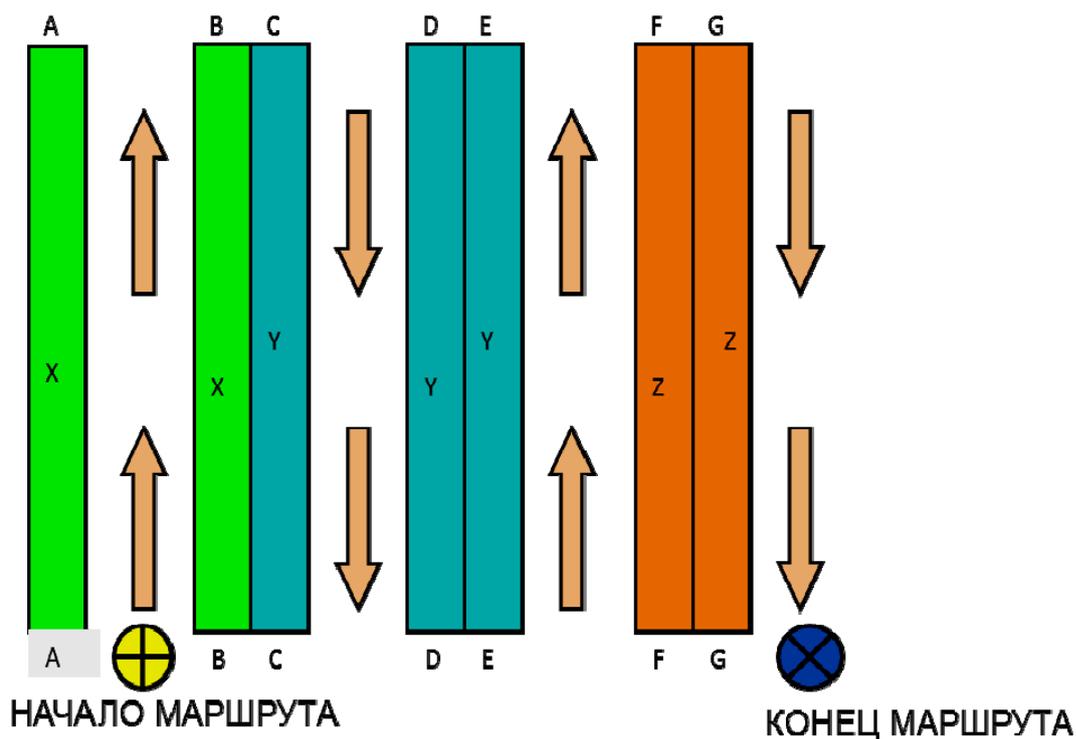


Рис. 2. Формирование маршрута сборки с использованием определенного критерия или нескольких критериев:

XYZ – SKU ранжированные по критерию [3]

Этот список не означает, что на складе для формирования маршрута сборки (списка сборки и порядка размещения каждого *SKU*) должны использовать только один определённый критерий. Нужно создать логистический алгоритм формирования маршрута сборки, учитывающий несколько критериев, то есть выбрать самые важные из этого списка. Например, первым выбрать число заказов, вторым – доход в денежных единицах, третьим – средний объём заказов каждого *SKU* за определённый период времени. Поэтому теоретически можно построить основной алгоритм формирования маршрута сборки (списка сборки и порядка размещения каждого *SKU*) в зоне *ЗК_СВ* (рис. 3).

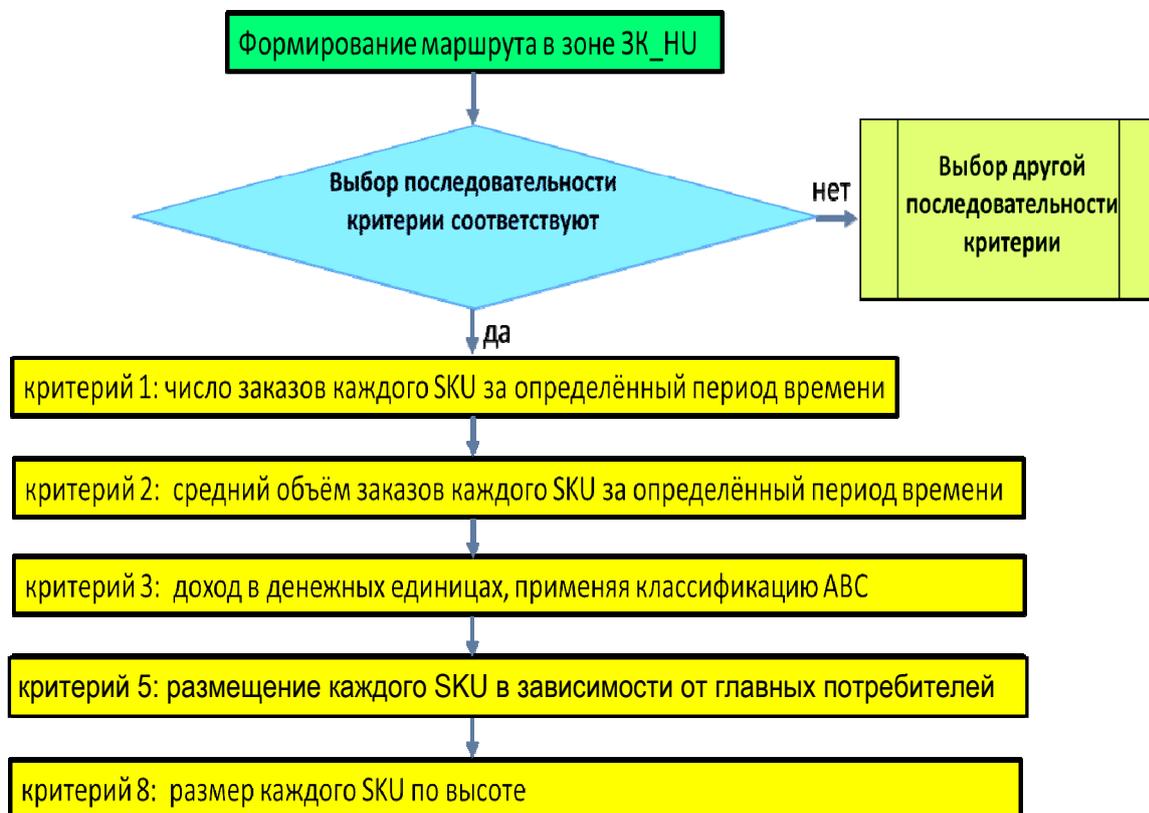


Рис. 3. Алгоритм формирования маршрута сборки с учётом порядка размещения товара

Здесь главной задачей является выбор основного критерия, что зависит от следующих причин:

- является ли *SKU* однообразным товаром;
- является ли основная часть количества заказов для нескольких основных заказчиков;
- какие системы стеллажей будут использоваться для сборки товара;

можно ли совместить на одной полке стеллажа с разными *SKU*, если высоты (либо по глубине и ширине) этих *SKU* различаются;

какую систему комплектации с точки зрения организации товарного потока будут применять на складе:

– M2G – *Man To Goods* – «человек за товаром», когда применяется физическая комплектация товара,

– G2M – *Goods To Man* – «товар перемещается к человеку», когда применяется автоматическая система комплектации;

возможно ли объём определённого заказа обслужить с одного подхода в комплектации, т.е. ёмкость передвижной техники не превышает объёма заказа или нескольких заказов, если эти заказы объединены в одну партию [10];

является ли поточность товара основным критерием, если склад при обработке заказов является *CD* – *Cross Docking Point* – перевалочным пунктам грузового потока, где хранение груза не превышает 24 ч.

Заключение

Можно сделать вывод, что применение принципа «разделения заказа» зависит от частоты потребности в товаре, а также сделанной оценки, что выгоднее: разделённые зоны *ЗК_HU* и *ЗК_CU* или совместные. Основные критерии формирования маршрута комплектации в зоне *ЗК_CU* неоднозначные и для определённых складов будут различаться. Поэтому логистический алгоритм формирования маршрута сборки нужно проектировать для каждой ситуации отдельно. Чтобы разработать точный алгоритм, необходимо сделать детальный анализ процессов склада, показателей товарного потока и запасов в хранении.

Библиографический список

1. Slepečecs J. (2005) *Transporta mezglī un termināli*. TSI. – 118 pp.
2. Emmett St. (2005) *Excellence in Warehouse Management How to Minimise Costs and Maximise Value*. John Wiley & Sons Ltd. – 298 pp.
3. Apsalons R. (2012) *Loģistikas centru pārvaldība*. Burtene. – 189 lpp.
4. Tompkins J.A., White J.A., Bozer Y.A., Tanchoto (2003) *Facilities planning*. 3-rd edition. John Wiley&Sons. – Inc. pp. 578–617.
5. Юрьев Е. Динамический слоттинг // Современный склад. Журнал о логистике складирования. – 2008. – № 3. – С. 34–41.
6. Tompkins J.A., Smith J.D. (1998) *The Warehouse Management Handbook*. Tompkins Press, pp. 980.
7. Frazelle E.H. (2002) *World-Class Warehousing and Material Handling*. McGraw-Hill Education (India) Pvt Limited. – 542 pp.

8. Фразелли Э. Мировые стандарты складской логистики. – М., 2012. – 545 с.

9. Соловьева Т. Организация розничного комиссионирования // Складские технологии. – 2008. – № 1. – С. 16–23.

10. Koster D. (1999) Efficient order batching methods in warehouses, Intelligent Journal of Production. Res., Vol. 37, No. 7. – Pp. 1479–1504.

УДК 656.078

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ АВТОМОБИЛЬНО-ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНО-ПАРОМНОГО КОМПЛЕКСА ПОРТА УСТЬ-ЛУГА

Д.М. Багаев¹, Н.В. Ёршиков²

¹ *Открытое акционерное общество «Порт Усть-Луга транспортная компания» (Санкт-Петербург)*

² *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» (Санкт-Петербург)*

Приводится общее описание технологии работы расположенного в Усть-Лужском морском порту автомобильно-железнодорожно-паромного комплекса. Показаны основные проблемы существующей технологии организации погрузки паромов. Предложены возможные варианты решения указанных проблем.

Ключевые слова: автомобильно-железнодорожный паромный комплекс, Усть-Луга, паром, смешанное сообщение.

Развитие мирового транспортного комплекса во второй половине XX и начале XXI века осуществлялось преимущественно за счет внедрения новой техники и технологий, способных обеспечить требуемый уровень взаимодействия видов транспорта, которые участвуют в смешанной перевозке грузов: железнодорожного и автомобильного, железнодорожного и водного (морского и речного). Но при смешанных перевозках имеет место передача грузов с одного вида транспорта на другой, а это сложный и трудоемкий процесс, который должен выполняться в течение определенного времени и с учетом установленного срока доставки и сохранности груза.

Этим обусловлено внимание, которое в настоящее время уделяется технологии смешанного железнодорожно-паромного сообщения, где используется специальное судно-паром, приспособленное для перевозки железнодорожных вагонов и/или автомобилей.

Первый в мире железнодорожный паром был введен в эксплуатацию еще в середине XIX века [1]. Но широкое распространение железнодорожно-паромные сообщения получили во второй половине XX столетия. И сегодня эти перевозки играют важную роль, благодаря их логистическим преимуществам, к которым можно отнести: существенное уменьшение времени на грузовые операции в портах погрузки и выгрузки, более высокий уровень сохранности грузов и сокращение сроков доставки. Кроме того, железнодорожно-паромные переправы обеспечивают связь основной железнодорожной сети с железнодорожной сетью территориально обособленных регионов. В то же время им присущи следующие недостатки: уменьшение полезной грузоподъемности судна за счет массы перевозимого подвижного состава, более высокая стоимость строительства узкоспециализированной инфраструктуры в портах и ряд технологических особенностей обработки такого типа судов.

В свете экономических и геополитических событий 2014–2015 годов паромная переправа Усть-Луга – Балтийск (Усть-Луга – Засниц) приобрела большое значение с точки зрения обеспечения снабжения Калининградской области РФ грузами различного назначения в обход территории Литовской республики.

Система организации движения вагонов в смешанном железнодорожно-паромном сообщении имеет свои особенности, которые в первую очередь связаны с технологией обработки паромов в порту, зачастую являющейся сдерживающим фактором в наращивании объемов работы паромной переправы. На примере работы автомобильно-железнодорожного паромного комплекса (АЖПК) в Усть-Лужском морском порту можно продемонстрировать проблемы существующей технологии организации погрузки парома и предложить пути их решения.

В настоящее время на линии Усть-Луга – Балтийск эксплуатируются три парома: два грузовых морских железнодорожно-автомобильных парома «Балтийск» и «Амбал» (типа «Rider»), построенных на верфи Shichau Seebeckwerft A.G, в 1984 и 1990 гг. соответственно, и грузопассажирский морской железнодорожный паром «Петербург», построенный на верфи VEB Mathias-Thesen-Werft Wismar в Висмаре в 1986 г. Общий вид парома «Амбал» представлен на рис. 1. Паром «Петербург» также осуществляет судозаходы в порт Засниц (Германия), но сегодня, в связи с падением экспортного грузопотока паромной переправы они происходят не чаще одного раза в месяц.

Паром «Балтийск» осуществляет перевозку железнодорожных вагонов на трёх палубах, каждая из которых имеет 5 железнодорожных путей. Верхняя и нижняя палубы оборудованы поворотными платформами в но-

совой части для перестановки вагонов с центрального (третьего) на боковые пути (рис. 2).

Подъём и спуск вагонов на верхнюю и нижнюю палубы осуществляется лифтом (рис. 3), состоящим из двух камер, что позволяет некоторые операции выполнять параллельно (например, выкатку вагона из кабины на нижней палубе и постановку вагона в лифт на средней).



Рис. 1. Общий вид парома «Амбал»

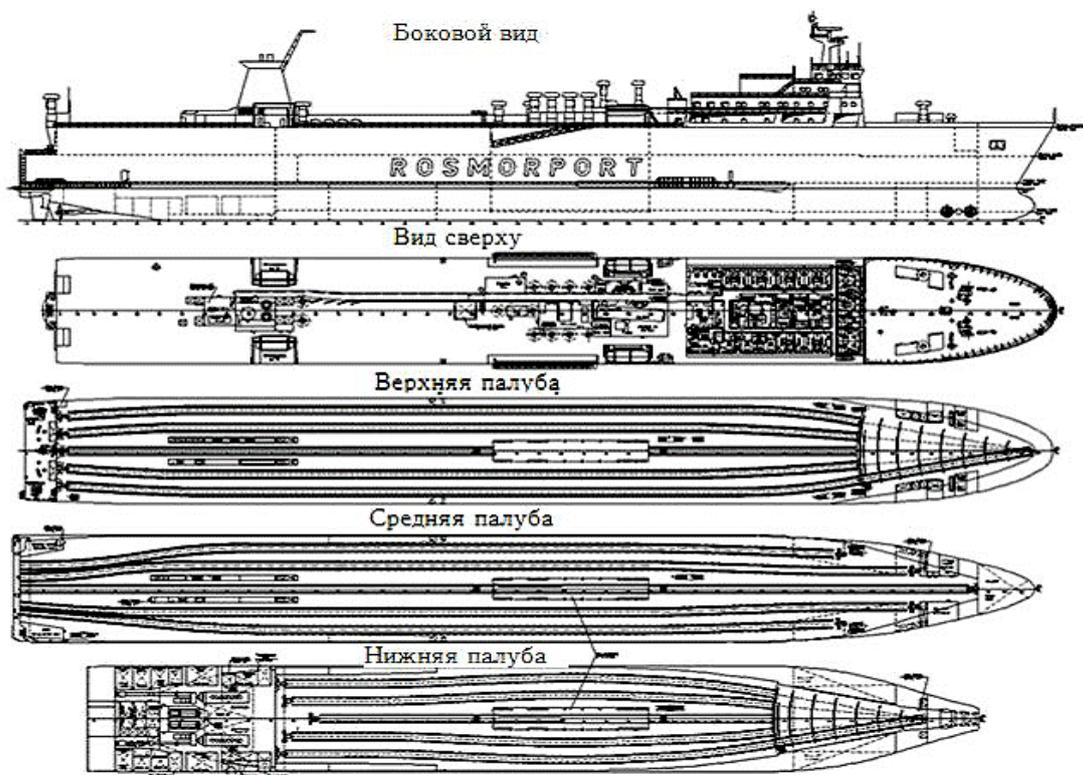


Рис. 2. Схема размещения подвижного состава на парома «Балтийск»

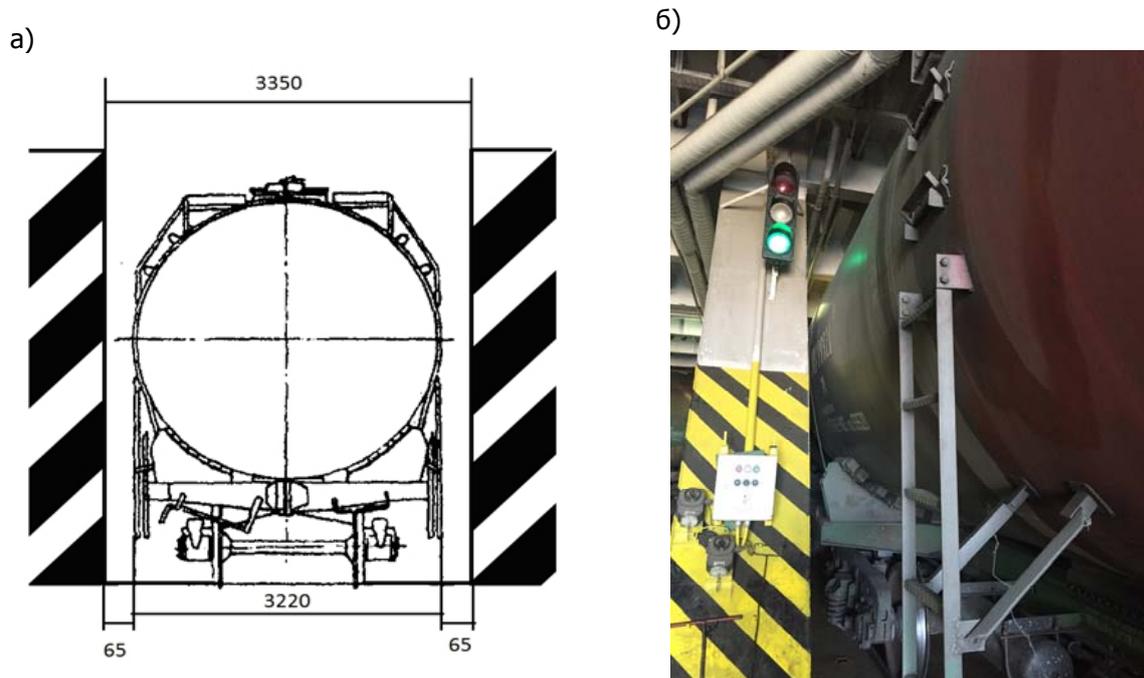


Рис. 3. Схема размещения вагона-цистерны с калибром котла 66 в лифте железнодорожного парома типа «Rider»:
а – схема; *б* – фото, вид сбоку

Передвижение вагонов по путям, расположенным на палубах парома, осуществляется унилоками² (рис. 4). На пароме их три, по одному на каждую палубу, мощности одного унилока хватает на перемещение 1–2 вагонов.



Рис. 4. Общий вид унилока

² Унилок – транспортное средство на комбинированном ходу с дизельным двигателем и автосцепкой.

Расстановка вагонов на боковых путях средней палубы парома и подача вагонов на третий путь средней палубы для постановки в лифт осуществляется маневровым локомотивом через подъёмно-переходной мост.

Для исключения заезда маневрового локомотива на пути подъёмно-переходного моста используются прикрытие из порожних полувагонов (10 единиц).

Развёрнутая полезная длина путей парома «Балтийск» составляет 1651,7 м, что теоретически позволяет разместить на нём 117 условных вагонов, однако фактически их вместимость составляет 101 условный вагон. Это обусловлено тем, что постановка вагонов на 1-й и 5-й пути средней палубы парома не осуществляется по причине отсутствия на них габарита. Таким образом, на сегодняшний день вес железнодорожной судовой партии, отправляемой из порта Усть-Луга на пароме «Балтийск», составляет не более 7450 т брутто. Среднее время обработки парома «Балтийск» в порту Усть-Луга составляет 14 ч.

Выгрузка/погрузка накатной техники занимает значительно меньше времени и осуществляется в технологические промежутки между выгрузкой/погрузкой вагонов. Следует обратить внимание, что накатная техника размещается только на средней палубе парома.

Конструкции паромов «Амбал» и «Балтийск» практически идентичны. Но постановка вагонов на 1-м и 5-м путях средней палубы парома «Амбал» возможна, что увеличивает его фактическую вместимость до расчётных 117 условных вагонов, а средний вес перевозимой судовой партии увеличивается до 8500 т брутто.

Следует отметить, что конструкция обоих паромов также имеет особенности, влияющие на время обработки в порту. Расчёт среднего времени погрузки одного вагона на паром (с учётом работы лифта) на основе данных о продолжительности погрузки паромов «Амбал» и «Балтийск» в порту Усть-Луга за 1-е полугодие 2015 года дал следующие результаты: для парома «Балтийск» – 3,2 мин, для парома «Амбал» – 5,2 мин.

Хронометраж этой операции проводился в период, когда на пароме «Балтийск» из Усть-Луги перевозились зерновозы и полувагоны, а на пароме «Амбал» – цистерны. Как показывает практика, погрузка на паром вагонов-цистерн с использованием лифта требует гораздо большей точности, что обусловлено габаритами подвижного состава и помещений парома, в результате затрачивается гораздо больше времени на типовые операции.

Третий паром – «Петербург» имеет отличную от паромов типа «Rider» конструкцию, соответственно отличается и технология его обработки. Погрузка железнодорожных вагонов на паром «Петербург» осу-

ществляется на пять путей средней палубы, погрузка вагонов на другие палубы не предусмотрена конструктивно. Выкатка вагонов с боковых путей средней палубы (1–3 и 2–4) начинается от бортов парома и осуществляется синхронно двумя маневровыми локомотивами с двумя локомотивно-составительскими бригадами. Это обусловлено необходимостью исключения возникновения опасного крена судна. При производстве данного вида работ требуются особая точность и слаженность действий всех участников процесса: как команды парома, так и железнодорожников. Выкатка вагонов с центрального пути номер 3 осуществляется одним маневровым локомотивом. Для исключения заезда маневровых локомотивов на пути подъёмно-переходного моста используются порожние вагоны прикрытия. Погрузка происходит синхронно двумя локомотивами, начиная с путей 2 и 4 (см. рис. 2), затем производится погрузка путей 1 и 5, после осуществляется заезд и расстановка накатной техники на верхней палубе парома (необходимым условием для этого является свобода 3-го пути парома, т.к. трап, по которому едет техника, опускается именно на него), затем осуществляется постановка вагонов на путь 3. Полезная длина путей парома «Петербург» составляет 741 м, что позволяет разместить на нём всего лишь 53 условных вагона. Но, с другой стороны, паром «Петербург», не имеет грузового лифта, а следовательно, нет таких жёстких требований к габаритам перевозимого подвижного состава. В связи с чем представляется логичным осуществлять перевозку вагонов-цистерн с большими калибрами котлов именно на нём. Однако реализовать это невозможно, поскольку он классифицирован как пассажирский паром, что автоматически запрещает перевозку на нём опасных грузов в соответствии с Международным кодексом морской перевозки опасных грузов (Кодекс ММОГ) [2]. В силу этих обстоятельств перевозка наливных грузов, следующих в цистернах смешанным железнодорожно-паромным сообщением через порт Усть-Луга, осуществляется только на паромах типа «Rider».

Как было отмечено выше, проблема этой перевозки заключается в габаритных размерах лифта парома и вагонов: так максимальная ширина принимаемого к перевозке на пароме вагона не должна превышать 3270 мм, однако ширина вагона-цистерны с 66-м калибром котла составляет 3220 мм, что при ширине камеры лифта 3350 мм даёт зазоры всего лишь по 65 мм с каждой стороны между вагоном и стенками лифта.

Как показывает практика, достаточно часто происходят не влияющие на безопасность движения отклонения вагона от вертикали при размещении его на пути, а также имеют место изменения в конструкции вагона, которые не противоречат требованиям к подвижному составу, предъявляе-

мым Правилами технической эксплуатации или другими нормативными документами железнодорожного транспорта. Исходя из этого, можно предположить, что вероятность возникновения случая застревания вагонов при его постановке в лифт существует, поскольку эта ситуация, очевидно, не была учтена проектировщиками парома, либо при проектировании рассматривались другие типы железнодорожного подвижного состава, габариты которого обеспечивают больший зазор между вагоном и стенками лифта. Необходимо обратить внимание на то, что в большинстве случаев застрявший вагон принят к перевозке в полном соответствии с требованиями Общих коммерческих условий [3] и вины ни перевозчика, ни грузоотправителя в повреждении вагона и оборудования парома усмотреть невозможно.

На сегодняшний день Центром фирменного транспортного обслуживания ОАО «РЖД» принято принципиальное решение по ужесточению требований Общих коммерческих условий в части габаритов принимаемых к перевозке в смешанном железнодорожно-паромном сообщении вагонов, но практическая реализация этого решения затруднена, так как сильно ограничивает парк перевозимых вагонов-цистерн (не менее чем на 40%) и может привести к отказу ключевых клиентов от подобной перевозки.

Одним из временных вариантов решения этой проблемы представляется, например, установка на путях, где осуществляются маневры по подборке плетей габаритной рамы, соответствующей параметрам лифта парома, с помощью которой вагоны, имеющие проблемы с габаритом, выявлялись бы до подачи их на паром и отправлялись на специально выделенный путь с тем, чтобы сформировать из них плети, которые не будут подаваться на лифт, а будут размещаться на 1-м и 5-м или 2-м и 4-м путях.

Но это решение потребует внести некоторые изменения в схему путевого развития АЖПК, который примыкает к парку «Южный» станции Лужская и включает 17 неэлектрифицированных железнодорожных путей общей протяжённостью 8748 м и развёрнутой полезной длиной 4675 м и 24 централизованных стрелочных перевода [4]. Маневровая работа на его путях осуществляется маневровыми локомотивами и локомотивно-составительскими бригадами ОАО «ПУЛ транс».

Как показывает анализ выполнения технологических операций по организации групп вагонов для погрузки на паром, осуществляемых на путях парка «Южный» и АЖПК, их продолжительность обусловлена тем, что полезная длина 7 из 17 путей короче требуемой длины плети в 35 условных вагонов. По этой причине формирование и погрузка полной судовой партии на паромы типа «Rider» происходят в три и даже в четыре этапа: судовая партия разбивается на три-четыре маневровых состава по 25–35 вагонов, кото-

рые располагаются на разных путях выставочного парка АЖПК, и маневровый локомотив по мере погрузки каждой плети на паром несколько раз переезжает от подъемно-переходного моста в парк АЖПК за следующей группой вагонов соответствующей плети. Таким образом при обработке парома типа «Rider» затраты времени на эти маневровые передвижения достигают 3 ч.

Согласно Единому технологическому процессу работы железнодорожной составляющей АЖПК Усть-Лужского филиала ФГУП «Росморпорт», припортовой станции Лужская Октябрьской железной дороги и морских перевозчиков при осуществлении перевозки грузов и порожних вагонов в прямом железнодорожно-водном сообщении формирование плетей для погрузки на паромы должно осуществляться на сортировочных путях парка «Южный» станции Лужская, но в процессе эксплуатации паромной переправы опытным путём было выявлено, что такая технология недостаточно эффективна, и существенно ограничивает маневренность парка «Южный» станции Лужская, являющегося тупиковым, в результате чего от неё отказались, перенеся выполнение маневровых работ по формированию плетей на пути АЖПК.

Однако суммарная полезная длина путей АЖПК позволяет принять одновременно не более 150–170 вагонов при условии прибытия паромов из порта «Балтийск» под выгрузку с полными судовыми партиями и сохранении возможности выполнения на этих путях маневровой работы по формированию плетей. И это еще одна причина, которая приводит к увеличению времени обработки паромов. В случае прибытия в порт Усть-Луга трёх паромов друг за другом, нет возможности разместить и «подработать» вагоны всех трёх судовых партий, и третий паром вынужден простаивать в ожидании подачи вагонов, которые не могли быть приняты на пути АЖПК, их формирования в плети и оформления перевозочных документов в таможенных органах, производимого только после размещения вагонов в зоне таможенного контроля.

Для того чтобы решить эти проблемы, необходимо промоделировать условия работы паромного комплекса с учетом обслуживания паромной переправы указанными типами судов, вышеприведенных требований по подборке вагонов по плетям с учетом габаритов лифтов и палубного пространства и планируемых размеров движения паромов. Это даст возможность предложить включить в соответствующие нормативные документы по проектированию железнодорожных станций уточненные рекомендации по потребному путевому развитию выставочных парков железнодорожно-паромных комплексов.

Тем более, что несмотря на значительные капиталовложения, требуемые для строительства железнодорожно-паромных комплексов, с учетом продолжающегося процесса формирования международных транспортных коридоров и планируемого в Транспортной стратегии до 2030 года [5] увеличения объемов перевозок на железнодорожных паромовых линиях можно надеяться на их окупаемость за 8–10 лет.

Библиографический список

1. Шмаков М.Г. Специальные судовые устройства. – Л.: Судостроение, 1975.
2. Международный кодекс морской перевозки опасных грузов. – СПб.: ЦНИИМФ, 1996.
3. Общие коммерческие условия организации перевозок грузов, эксплуатации грузовых вагонов и контейнеров и взаимной ответственности железнодорожного и морского перевозчиков при перевозке грузов и порожних вагонов в железнодорожно-паромных сообщениях Усть-Луга – Балтийск, Усть-Луга – Засниц, Балтийск – Засниц, Кавказ – Крым, Кавказ – Керчь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.rzd.ru/doc/public/ru?STRUCTURE_ID=7048lager_id=s1048&refererLagerID=51048&id=3925#4585.
4. Инструкция «О порядке обслуживания и организации движения на железнодорожном пути необщего пользования паромного комплекса Усть-Лужского филиала ФГУП «Росморпорт». – СПб., 2009.
5. Распоряжение Правительства РФ № 1734-р от 22 ноября 2008 г. (ред. от 11 июня 2014 г.) «О Транспортной стратегии Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_82617.

УДК 656.078

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОДАЧ НА ТЕРМИНАЛЫ МОРСКОГО ТОРГОВОГО ПОРТА УСТЬ-ЛУГА В СОРТИРОВОЧНОЙ СИСТЕМЕ СТАНЦИИ ЛУЖСКАЯ

А.А. Дегтярёв

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» (Санкт-Петербург)

В статье изложены вопросы технологии работы сортировочной системы железнодорожной станции Лужская по подбору внутриузловых передач в адрес районных парков и соответствующих терминалов порта и приводятся предложения по ее улучшению.

Ключевые слова: единый комплексный технологический процесс, сортировочная система, параметр накопления, внутриузловая маневровая передача, сортировочная горка, технологические интервалы, план формирования поездов.

Одной из основных задач обеспечения плана погрузки – выгрузки станции Лужская и грузооборота морского порта Усть-Луга является ликвидация непроизводительных простоев портовых терминалов. Решение этой задачи прежде всего связано с организацией эффективного планирования подвода грузовых поездов к порту с учетом рекомендаций величин соответствующих технологических интервалов, указанных в Едином комплексном технологическом процессе Усть-Лужского железнодорожного узла (ЕКТП).

В настоящий момент на станции выгружают в среднем 2600 вагонов в сутки с перспективой к концу 2015 года обеспечить выгрузку 3000 вагонов в сутки.

С появлением сортировочной системы станции Лужская технология формирования внутриузловых передач на терминалы изменилась с учетом структуры вагонопотока:

1. Часть подач представляет собой прямые отправительские маршруты, следующие в адрес одного клиента и перевозящие, как правило, один и тот же груз. Прямые маршруты приходят в адрес терминалов компании ОАО «Усть-Луга Ойл» (УЛО) (примыкание к парку «Нефтяной»), ООО «Европейский серный терминал» (ЕСТ), ООО «Универсальный перегрузочный комплекс» (УПК) и компании ОАО «Ростерминалуголь» (РТУ), примыкающих к парку «Северный», МПК «Юг-2», Усть-Лужский контейнерный терминал, примыкающий к парку «Южный» и промышленной станции ООО «Сибур-Портэнерго».

2. Подборка вагонов, прибывших в сортировочную систему станции Лужская, в технических маршрутах, сборных и вывозных поездах. В таких поездах, как правило, приходят груженные вагоны, которые были отцеплены от поезда в пути следования по причине недостаточной полезной длины приемоотправочных путей промежуточных и участковых станций, наличия технических и коммерческих неисправностей, в т.ч. разъединения с документами.

Кроме того, на станции осуществляют подборку порожних вагонов под погрузку в адрес терминалов «Универсальный перегрузочный комплекс», МПК «Юг-2».

В настоящее время в сортировочной системе станции Лужская имеются:

- 7 приемоотправочных путей парка приема (для организации приема нечетных груженных поездов из транзитного парка и четных порожних внутриузловых передач из парков станции Лужская);
- 4 пути транзитного парка (2 приемоотправочных и 2 главных) для пропуска поездов в парк приема, районный парк «Северный», парк отправления);

- 16 путей сортировочного парка (первая очередь и сортировочная горка большой мощности) для накопления вагонов;
- 2 вытяжных пути парка формирования;
- 16 приемоотправочных путей парка отправления.

Схема Усть-Лужского железнодорожного узла с выделенной на нем сортировочной системой представлена на рис. 1.

Согласно ЕКТП и технологическому процессу работы сортировочной системы станции Лужская состав, принимаемый в парк приема, закрепляют на пути тормозными башмаками, и вагонники производят отцепку поездного локомотива и отпуск тормозов. Продолжительность этих операций составляет 21 мин. После заезда горочного локомотива под состав со стороны станции Котлы II снимают средства закрепления (в перспективе тормозные башмаки будут заменены на грибовидные замедлители) и производят надвиг состава на горб сортировочной горки. На горке составитель поездов производит расцепку вагонов по отцепам согласно сортировочному листку, предварительно подготовленному в АРМ ТК и представленному в системе MSR-32. Горочный цикл составляет 23,6 мин, а время роспуска состава из 71 вагона – 13,5 мин (рис. 2).

Для обеспечения интенсивности работы сортировочной системы станции Лужская надвиг и роспуск производятся двумя локомотивами ТЭМ-7, обслуживаемыми одним составителем, перестановка составов производится двумя локомотивами ТЭМ-7, обслуживаемыми двумя составителями.

В зависимости от оперативной поездной обстановки в настоящее время допускаются скользящая специализация путей (табл. 1), а также формирование многогруппных разборок (2–3 группы) в адрес терминалов, примыкающих к одному парку. Например, для Северного парка допускается объединять вагоны назначением на терминалы РТУ, ЕСТ, УПК, для Южного парка – в адрес МПК «Юг-2» и автомобильно-железнодорожно-паромного комплекса (АЖПК).

На основании анализа статистических данных, собранных на станции Лужская с 1 мая по 1 сентября 2015 года, установлено, что в настоящее время продолжительность накопления составов изменяется от 2,5 до 7 ч, а среднее время накопления для поездов установленной планом формирования длины составляет 4,7 ч (табл. 2). Таким образом, за сутки получается величина «съём поездов» с одного пути сортировочной системы – в среднем 3 поезда (с учетом наличия на путях вагонов, требующих текущего отцепочного ремонта, и вагонов с взрывчатыми материалами – 2 пути).

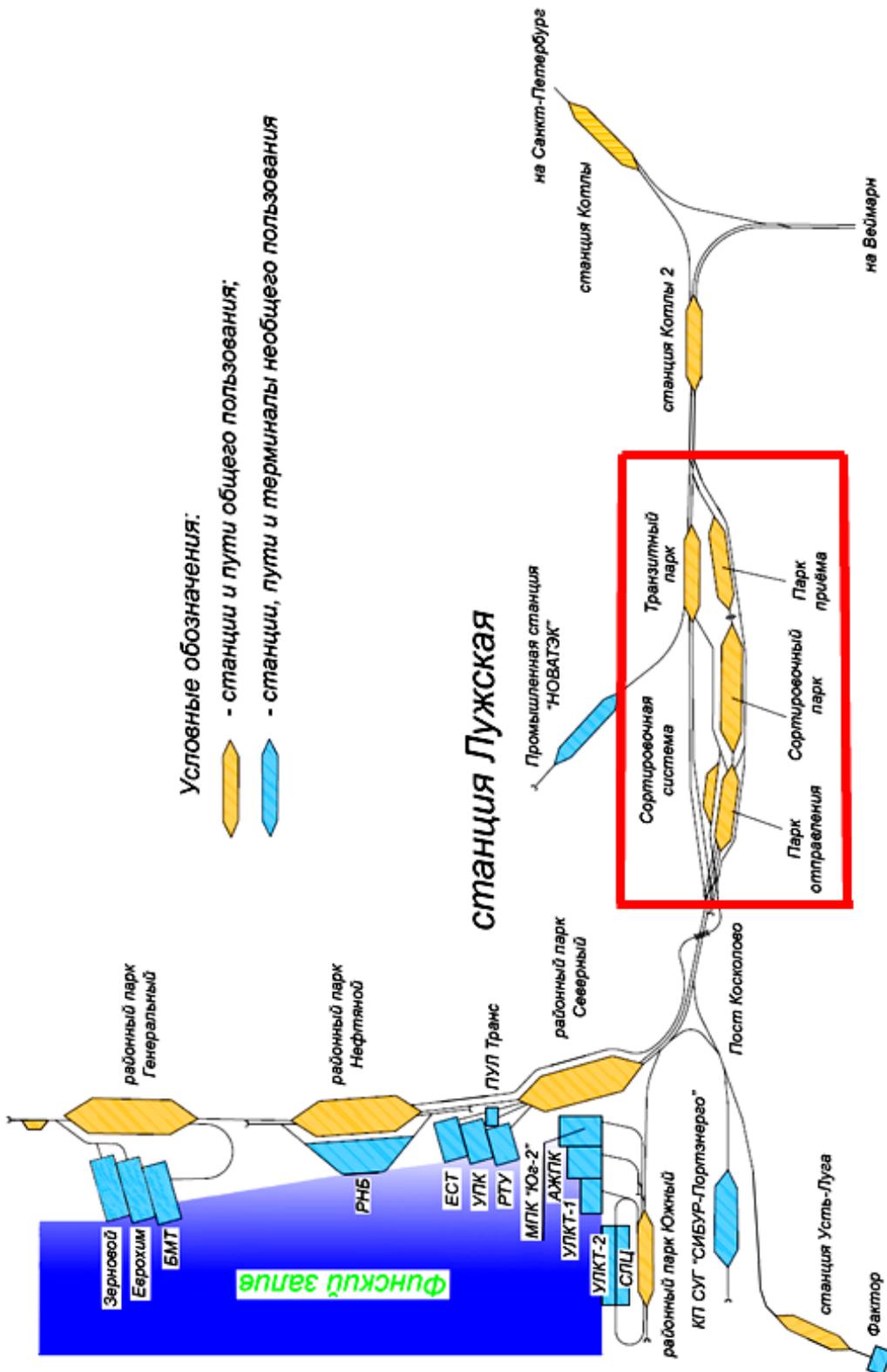


Рис. 1. Схема Усть-Лужского железнодорожного узла сортировочной системой станции Лужская

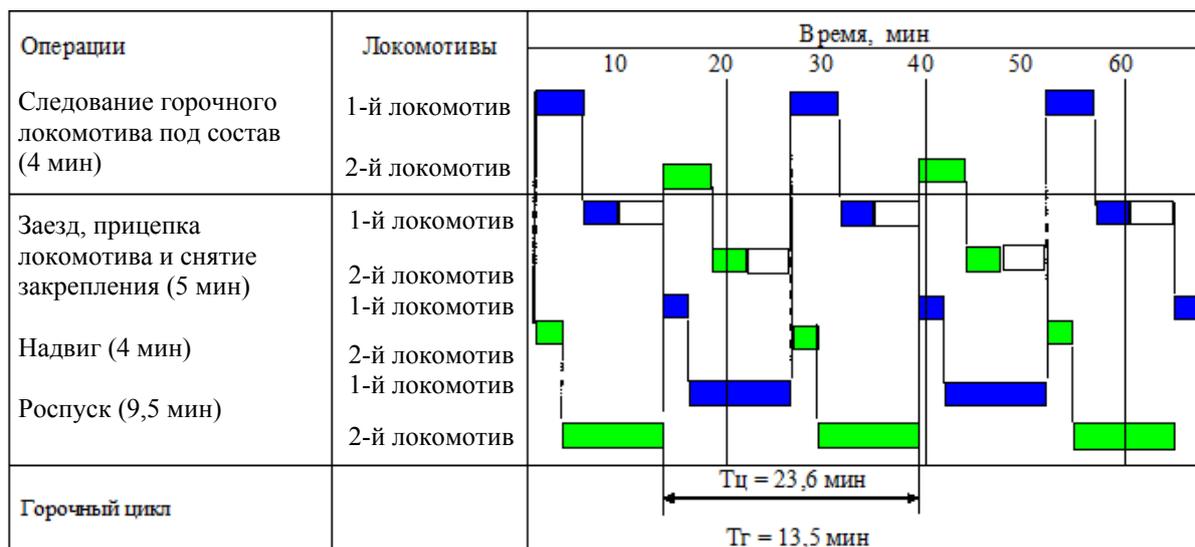


Рис. 2. Горочный цикл станции Лужская (сортировочная система)

Таблица 1

Специализация сортировочных (подгорочных) путей

Количество путей	Специализация
2	Диспетчерские
1	Порожние по договору
1	Выход с Северной железной дороги
1	Выход с Западно-Сибирской железной дороги
1	Санкт-Петербург-Сортировочный-Московский
1	ФГУП «Росморпорт»
1	ОАО «ТЛК»
1	Для вагонов с грузами «ВМ» (при наличии)
1	ФГУП «Росморпорт»
1	ОАО «Усть-Луга Ойл»
1	ООО «УПК»
3	ОАО «Ростерминалуголь»
1	Для вагонов, требующих текущего отцепочного ремонта

С учетом заявленных терминалами годовых объемов выгрузки (табл. 3) в ЕКТП на 2015 год рассчитаны среднесуточное потребное количество поездов в адрес соответствующего терминала и интервалы подвода их на станцию.

Так, например, согласно ЕКТП в теплый период года с учетом времени обработки 72 вагонов на терминале РТУ – 1,48 ч (2 выгрузочных фронта вместимостью по 36 вагонов с вагоноопрокидывателями) и объемов среднесуточной выгрузки 8 поездов (с учетом прибытия на станцию

4 поездов повышенной массы и длины) средний интервал подвода поездов на терминал должен составлять 3,5 ч. Следовательно, с учетом наличия прямых маршрутов, следующих в адрес терминала РТУ, в настоящее время величина «съёма» с одного сортировочного пути, равная 3 поезда в сутки, позволяет обеспечить необходимую интенсивность работы терминала.

Таблица 2

Средняя продолжительность накопления по назначениям плана формирования поездов и подбора маневровых передач в сортировочной системе станции Лужская (по результатам пробных роспусков), ч

Назначение	Условная длина ваг. (установленная/повышенная)	Продолжительность накопления, ч
Станции ПФП		
Станция Входная	71/130	2,5/5
Станция Лоста	71/100	6/8
Станция Пермь	71/85	6/7
Станция Орехово-Зуево	71	7
Станция Санкт-Петербург-Сортировочная-Московская	69	4
Волховстрой-1	60	5
Погрузка на станции ОЖД (вагоны ФГК)	57	4
Петрозаводск	69	4
Терминалы порта		
УПК	72	5
РТУ	72	4
АЖПК	50	5
ЕСТ	50	4
МТП	72	4

Таблица 3

Заявленные годовые объемы погрузки и выгрузки по терминалам порта Усть-Луга на 2015 год, млн тонн/год

Терминал	РТУ	УПК	ЕСТ	УЛО	СИБУР	МТП	АЖПК	УЛКТ	ЛТФ	БМТ	ТМУ
Погрузка	–	0,12	–	–	–	0,70	0,95	0,90	–	3,45	–
Выгрузка	15,0	4,09	2,50	30,00	4,00	0,71	0,95	0,90	1,50	1,60	1,00
Всего	15,0	4,21	2,50	30,00	4,00	1,42	1,90	1,80	1,50	2,05	1,00
Порт в целом										63,48	

В табл. 4 представлены сведения о вагонопотоках в Усть-Лужском транспортном узле, заложенные в суточном плане-графике работы сортировочной системы станции Лужская на 2015 год (1 этап запуска сортировочной системы), на основании анализа заявленных данных по грузооб-

роту терминалов порта Усть-Луга и прогнозируемой структуры вагонопотока. На основании изложенного построен график обработки маневровой передачи в адрес терминала порта, с учетом переработки в сортировочной системе станции Лужская и необходимых технологических интервалов между подачами на примере терминала РТУ, примыкающего к парку «Северный» станции Лужская (рис. 3).

Таблица 4

**Поездо- и вагонопотоки в Усть-Лужском транспортном узле,
согласно суточному плану-графику работы сортировочной системы
станции Лужская на лето 2015 года**

Прибытие в узел (поездов/вагонов)	Парк (поездов/ вагонов)	Терминал	Всего (поездов/ вагонов)	В т.ч. (поездов/вагонов)	
				Маршрут	Переработка через горку
НЕЧЕТ – 46/3220	Северный парк (16/1120)	РТУ	10/700	2/140	8/560
		УПК	3/210	1/70	2/140
		ЕСТ	3/210	1/70	2/140
	Южный парк (4/280)	МТП – ЮГ-2	1/70	–	1/70
		АЖПК	2/140	1/70	1/70
		УЛКТ	1/70	1/70	–
	Нефтяной парк (21/1470)	УЛО	21/1470	20/1400	1/70
СИБУР (5/350)	СИБУР	5/350	4/280	1/70	
Итого нечетное направление			46/3220	30/2100	16/1120
Отправление из узла (поездов/ вагонов)	Парк (поездов/ вагонов)	Терминал	Всего (поездов/ вагонов)	в т.ч. (поездов/вагонов)	
				Маршрут	Переработка через горку
НЕЧЕТ – 46/3220	Северный парк (15/1050)	РТУ	9/630	–	9/630
		УПК	3/210	–	3/210
		ЕСТ	3/210	2/140	1/70
	Южный парк (5/350)	МТП – ЮГ-2	3/210	1/70	2/140
		АЖПК	1/70	–	1/70
		УЛКТ	1/70	1/70	–
	Нефтяной парк (21/1470)	УЛО	21/1470	20/1400	1/70
СИБУР (5/350)	СИБУР	5/350	4/280	1/70	
Итого четное направление			46/3220	28/1960	18/1260
Всего поездо- и вагонопоток в обоих направлениях			92/6440	58/4060	34/2380

Наименование операции	Продолжительность	Время, мин																	
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170
Накопление группы вагонов до передачи в 72 полувагона	6 ч*																		
Операции до приема груженого поезда в парк приема	10 мин																		
Обработка поезда в парке приема по прибытии (до начала надвига)	39 мин																		
Горочный цикл (в т.ч. роспуск 13,6 мин)	23,6 мин																		
Перестановка состава, окончание формирования	20 мин																		
Осмотр поезда в парке отправления, соединение рукавов (6 вагонников)	25 мин																		
Заезд вывозного локомотива, сокращенное опробование тормозов, отправление в «Северный» парк без справки ВУ-45	20 мин																		
Следование передачи в «Северный» парк (в границы полезной длины)	20 мин																		
Операции по закреплению подвижного состава в парке «Северный», выезд поездного локомотива	12 мин																		
Общее время без учёта накопления	169,6 мин																		
Общее время с учетом накопления	457 мин																		

* Продолжительность накопления определена на основании пробных роспусков груженых составов. Впоследствии он будет составлять не более 1,5 ч для терминала РТУ.

График переставлен для груженого состава, поступающего в расформирование с замыкающей группой для окончания формирования маневровой передачи.

Рис. 3. График обработки маневровой передачи в парк «Северный» для терминала РТУ с учетом переработки в сортировочной системе станции Лужская

Таким образом, получается, что с учетом плана подвода груженых сборных поездов со станции Котлы II, времени накопления и интервала подачи груженых составов под выгрузку на РТУ в парке «Северный» станции Лужская необходимо, чтобы первая группа будущей маневровой передачи поступила на путь накопления за 7,6 ч до времени подачи на терминал. Поэтому с целью уменьшения простоя вагонов, приходящегося на ответственность ОАО «РЖД», и обеспечения показателей выгрузки станции Лужская, а также для более эффективного использования 16 сортировочных путей в сортировочной системе формируются, как правило, двухгруппные передачи из вагонов в адрес терминалов РТУ и УПК. Время накопления таких составов и передачи их в парк «Северный» (по 36 вагонов на каждый терминал) составит около 4 ч (в перспективе, необходимость формирования подобного вида внутриузловых передач отпадет, что существенно уменьшит продолжительность накопления передач в адрес одного клиента).

На основании приведенных данных можно сделать вывод о том, что для запланированных в суточном плане-графике работы сортировочной системы станции Лужская объемов переработки (17 поездов в смену) *достаточно* имеющегося путевого развития в 16 путей сортировочного парка с учетом «коэффициента съема» с пути – около 3 поездов в сутки – и среднего параметра накопления одного состава передачи в порт – 4,7 ч.

Однако для достижения указанных показателей необходимо четко соблюдать время подачи на путь накопления первой группы и интенсивность подвода груза в разборках для данного терминала, а также обеспечить своевременную передачу сформированной подачи из парка отправления в районный парк примыкания терминала. В противном случае либо в сортировочной системе, либо в районном парке потребуются укладка дополнительных путей. Кроме того, необходимо тщательно исследовать вопрос влияния несвоевременной выдачи групп вагонов с терминала на продолжительность занятия путей в районных парках и сортировочном парке, а также величину продолжительности накопления составов на внешнюю сеть.

УДК 656.029.4

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК В РОССИИ

Е.А. Деев, С.Н. Корнилов

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова» (г. Магнитогорск)

В статье представлен анализ ситуации на рынке мультимодальных контейнерных перевозок. Предложена идея комплексного подхода к решению проблемы развития мультимодальных перевозок путем увеличения уровня их контейнеризации, что, в свою очередь, должно уменьшить эксплуатируемый вагонный парк.

Ключевые слова: мультимодальные перевозки, контейнеризация, оборот вагона, парк грузовых вагонов.

Современные рыночные условия ставят перед перевозчиками задачи комплексного улучшения транспортного процесса, в частности: соблюдение скорости перевозки на всём маршруте следования, доставка груза к месту назначения в установленное время, сохранность перевозимого груза и его полезных свойств, предоставление информации о месте нахождения груза по пути транспортирования, предоставление грузовладельцу сопутствующих услуг. Исходя из этих требований, наиболее эффективным является доставка грузов, организованная мультимодальным способом.

Преимущества данного вида доставки следующие: существенно сокращается документооборот, который, в свою очередь, уменьшает сроки и стоимость доставки; сужается круг ответственности; доставка осуществляется до пункта разгрузки получателя. Дополнительные преимущества для участников перевозок – создание так называемых терминальных систем мультимодальных перевозок, которые предусматривают доставку грузов из пункта отправления в пункт назначения магистрально-федеральными линиями с использованием опорных терминалов в регионах отправления и назначения [1].

К основным недостаткам мультимодальных перевозок можно отнести необходимость высокой дисциплинированности всех участников перевозочного процесса, так как малейшее нарушение сроков выполнения любой операции чревато экономическими потерями. Управляющему звену необходим также мощный информационно-аналитический аппарат. Это связано с тем, что организация таких перевозок требует комплексного под-

хода в планировании. Малейшая ошибка может разорвать всю транспортную цепочку.

Следует отметить, что процесс мультимодальных перевозок носит во многом вероятностный характер, поэтому нормативы обслуживания необходимо рассчитывать с учетом неравномерности материальных и транспортных потоков, неопределенности ряда параметров, динамической и комплексной зависимости между ними.

Россия имеет выгодное географическое положение, позволяющее получать значительный доход при осуществлении транзитных мультимодальных перевозок. Но данное преимущество является лишь потенциальным, так как существует ряд сдерживающих факторов. Одним из негативных аспектов является высокая загруженность путей общего пользования, которая в свою очередь приводит к ежегодному увеличению времени оборота вагонов (рис. 1) [2]. Вопреки этим явлениям количество вагонов в парке операторских компаний продолжает увеличиваться (рис. 2) [3], что приводит к снижению скорости доставки грузов и увеличению нагрузки на инфраструктуру железных дорог.

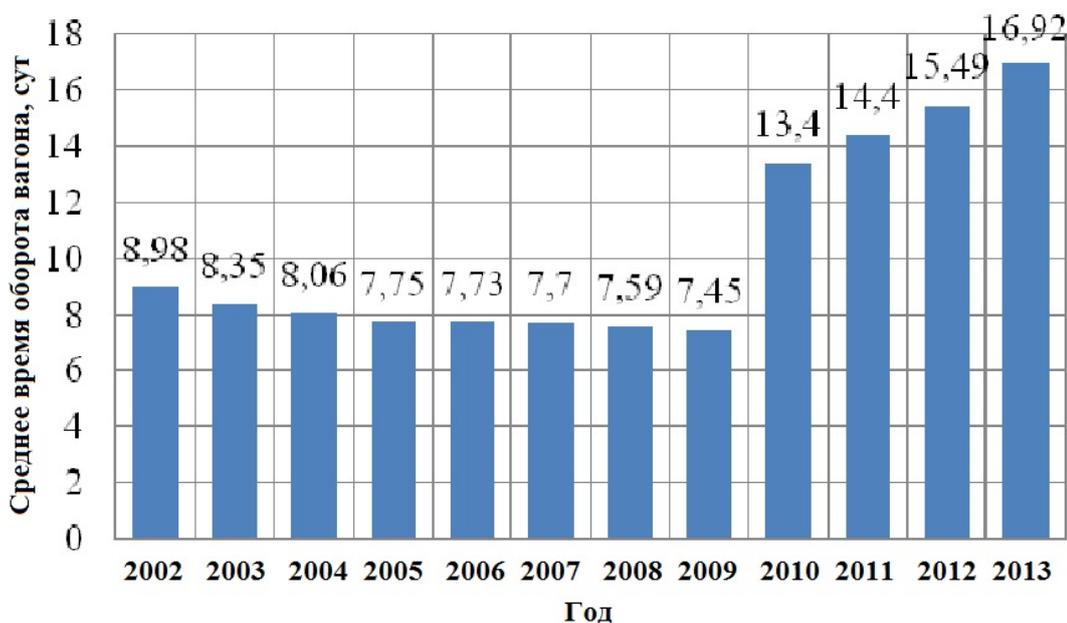


Рис. 1. Среднее время оборота грузового вагона

По данным ОАО «РЖД», появление на сети новых 50 тыс. вагонов ведет к увеличению на 19 ч оборота всего вагонного парка. На путях общего пользования находится более 78 тыс. вагонов, не выполняющих ни одной технологической операции более десяти суток (по данным 2012 года) [2].

В настоящее время задача сокращения оборота вагона становится все более актуальной. Существуют негативные явления, усложняющие решение данного вопроса. А именно: неготовность системы управления перевозками к возрастанию вагонопотоков, в частности, несвоевременное определение необходимых размеров движения и парка локомотивов; нарушение плана формирования поездов; работа по принципу выталкивания, т.е. без учета загрузки следующих элементов и их возможности пропуска поездов; отсутствие взаимодействия с клиентом по расписанию [4]. В условиях роста потребностей в перевозках это приводит к дефициту погрузочно-разгрузочных ресурсов, а несогласованность действий перевозчика и грузовладельца – к повышенной загрузке железнодорожных путей общего и необщего пользования.

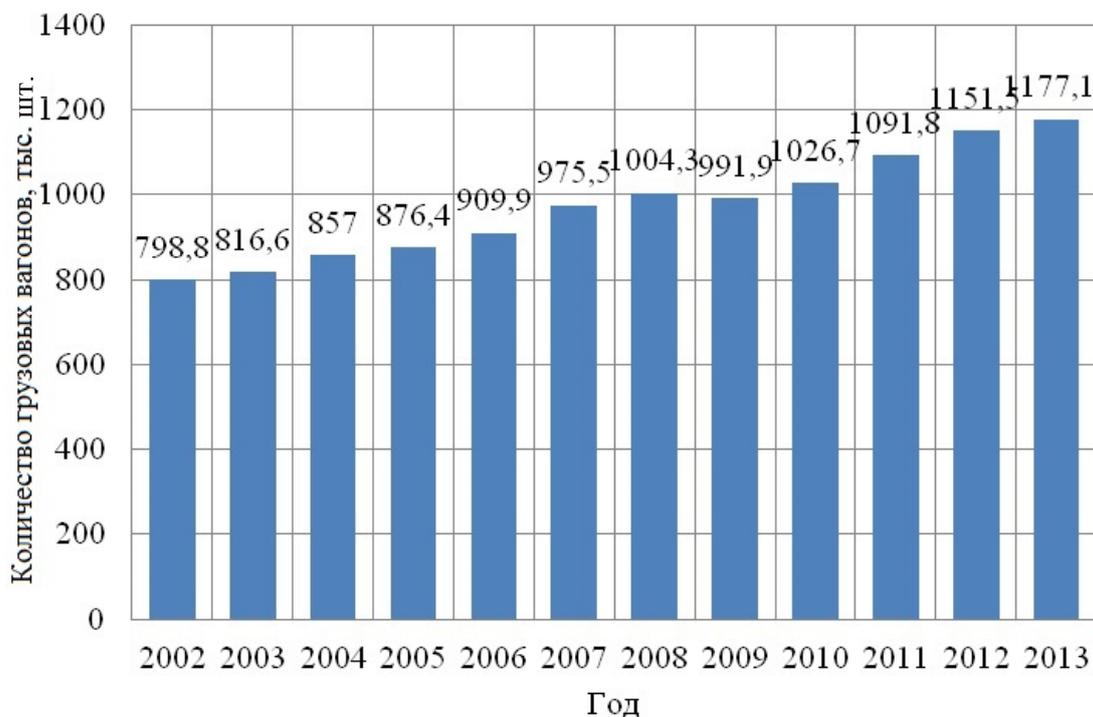


Рис. 2. Изменение парка грузовых вагонов на железных дорогах РФ

Нужно заметить, что увеличение оборота вагона непосредственно оказывает воздействие на увеличение необходимости в путевом развитии участков и станций, а также снижает фактическую пропускную и перерабатывающую способность объектов инфраструктуры [5].

Одним из направлений уменьшения размеров вагонного парка и увеличения объемов мультимодальных перевозок, на наш взгляд, является повышение уровня их контейнеризации. Данная концепция позволяет уни-

фицировать не только рабочий парк железнодорожного, но также автомобильного, морского и авиационного видов транспорта.

В вопросе контейнерных перевозок наша страна испытывает большие трудности. По данным ОАО «РЖД», уровень контейнеризации перевозок в России существенно отстает от стран с развитой экономикой, где он составляет 60–70% от общего количества перевозимых грузов (в России – лишь 38%) [6]. Ежегодно количество контейнерных перевозок в России увеличивается (рис. 3), но этот прирост в масштабах страны недостаточен.

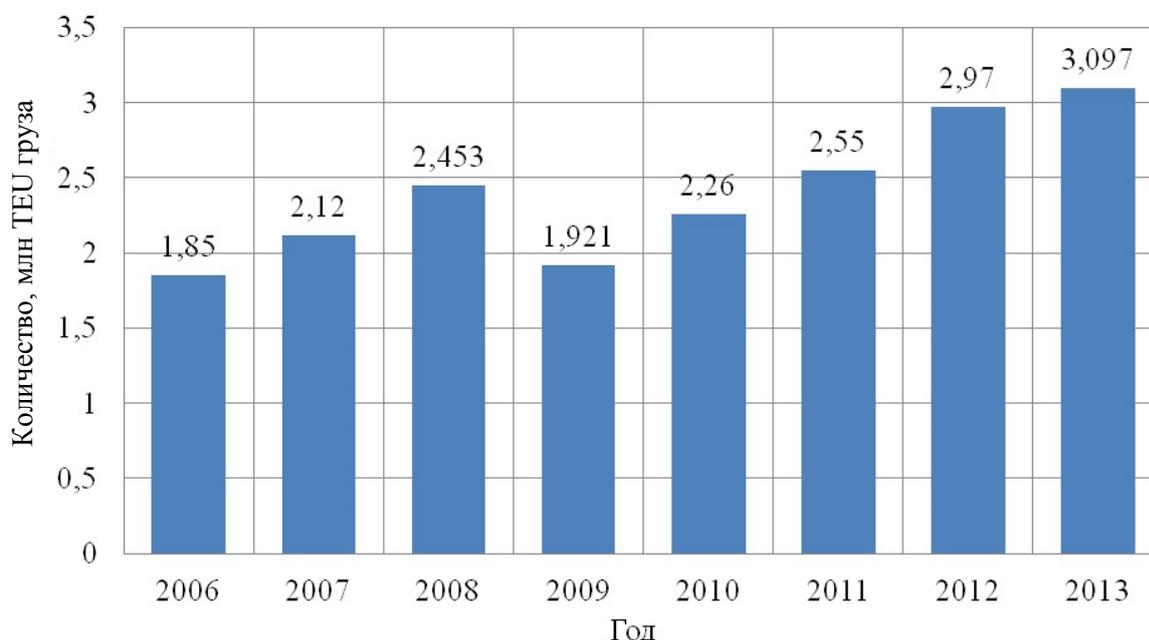


Рис. 3. Динамика изменения объемов контейнерных перевозок в России [6]

Основные проблемы развития контейнерных перевозок: тарификация с повышающим коэффициентом, более высоким, чем у зарубежных перевозчиков; нехватка контейнерных перегрузочных мощностей на железных дорогах. С наиболее распространенными в мире 40-футовыми контейнерами в России может работать лишь 41 терминал, с 20-футовыми – 174. Наблюдается дефицит логистических центров, которые координируют складское и транспортное обслуживание, контролируют движение грузов [7].

Многие ученые-транспортники посвятили свои работы мультимодальным перевозкам: В.С. Никифоров [1], С.В. Милославская [8], А.Т. Дерibas [9], Л.А. Коган, Ю.Т. Козлов, М.Д. Ситник [10], Э.Л. Лимонов [11] и др. Основным недостатком существующих подходов и методик является отсутствие комплексного подхода к решению проблемы, т. е. одни авторы

рассматривают только экономические стороны вопроса, другие – организационные, третьи – правовые.

В настоящее время при организации и оптимизации мультимодальных перевозок используются следующие методы: имитационного моделирования, статистические, математические, экспертных оценок, аналитические, прогнозирования. Однако в большинстве случаев применяемые методики предназначены для решения конкретных специализированных задач и не учитывают всей проблематики вопроса [12].

Таким образом, в результате проведенных исследований выявлено противоречие: наблюдается избыток вагонного парка, но он не справляется с заданным грузооборотом, и, по прогнозам, ситуация будет ухудшаться, так как большая часть элементов российской транспортной инфраструктуры устарела.

Исходя из научной значимости и практической актуальности затронутых проблем, авторами разрабатывается математическая модель, направленная на оптимизацию мультимодальных перевозок с применением контейнерного парка.

Библиографический список

1. Никифоров В.С. Мультимодальные перевозки и транспортная логистика: учеб. пособие. – Новосибирск, 1999. – 103 с.
2. Официальный сайт ОАО «РЖД» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ar2013.rzd.ru/ru/performance-overview/freight-transportation>.
3. Официальный сайт газеты «Коммерсантъ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kommersant.ru/doc/2051965>.
4. Тихонов А.А. Управление грузовым вагонным парком на завершающем этапе реформирования железных дорог России / автореф. дис. ... канд. экон. наук. – М., 2009. – 21 с.
5. Шенфельд К.П. Значение показателя «оборот вагона» в современных условиях // Вестник ВНИИЖТ, 2008. – С. 10–12.
6. Портал для специалистов транспортной отрасли [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rostransport.com/transportrf/pdf/48/46-51.pdf>.
7. Официальный сайт логистической компании «ЮЛЭКС». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ulex.info/mnenie-eksperta/multimodalnyie-perevozki-naznachenie-vidyi-osobennosti.html>.
8. Милославская С.В., Плужников К.И. Мультимодальные и интермодальные перевозки: учеб. пособие. – М.: РосКонсульт, 2001. – 368 с.
9. Дерibas А.Т., Трихунков М.Ф., Экономическая эффективность контейнерных перевозок. – М.: Транспорт, 1974. – 64 с.

10. Контейнерная транспортная система / Л.А. Коган, Ю.Т. Козлов, М.Д. Ситник и др. – М.: Транспорт, 1991. – 254 с.

11. Лимонов Э.Л. Внешнеторговые операции морского транспорта и мультимодальные перевозки. – СПб.: ООО «Модуль», 2006. – 379 с.

12. Фридрихсон О.В. Формирование транспортно-логистической контейнерной системы доставки продукции металлургического предприятия: дис. ... канд. техн. наук. – Екатеринбург, 2012. – 120 с.

УДК 656.073

ТЕХНОЛОГИЯ ТАЙМ-СЛОТИРОВАНИЯ В РАБОТЕ ТЫЛОВЫХ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ТЕРМИНАЛОВ

Н.А. Гончарова

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» (Санкт-Петербург)

В статье рассматривается проблема неравномерности терминальной обработки грузов и возможность применения технологии тайм-слотирования для её сглаживания.

Ключевые слова: неравномерность, тыловой логистический терминал, тайм-слотирование.

Неравномерность процессов грузовой и коммерческой работы является специфической особенностью работы терминально-складских комплексов. В целях сглаживания неравномерности грузопотоков в терминально-складском комплексе Санкт-Петербурга в последние годы проводится ряд мероприятий, и одной из самых прогрессивных тенденций можно назвать строительство сети тыловых логистических терминалов. Тыловой логистический терминал располагается вне границ территории порта и связан с ним единой технологией обработки грузов, за счет которой обеспечивается вывод с территории порта операций (растарка, упаковка, сборка и т.д.), не относящихся с перевалкой грузов с морского транспорта. В английском языке для таких терминалов существует термин «dry port» («сухой порт») [1]. «Сухой» порт является терминалом, работающим только с сухопутными видами транспорта – железнодорожным и автомобильным. Необходимость создания сети таких терминалов в нашем регионе объясняется крайней ограниченностью возможностей экстенсивного развития логистической инфраструктуры. Ограниченность этих возможностей связана с отсутствием свободных складских площадей и резервных терри-

торий в морских портах. Необходимо учитывать также, что размещение объектов складской инфраструктуры в черте города является дорогостоящим.

Сеть тыловых логистических центров дает возможность сократить время простоев грузов на терминалах и организовать дополнительную обработку грузов. В среднем, по статистике, из существующего потока контейнеров 15–25% требуют дополнительной обработки (растарки, маркировки, фасовки), а также более длительного хранения. Под эти объемы выгоднее иметь тыловой терминал в тыловой зоне порта, а не на дорогих намывных территориях.

Процесс вывоза грузов с тыловых логистических терминалов автотранспортом имеет хаотический, пульсирующий характер. Зачастую в будние дни возникают многокилометровые очереди из трейлеров, а по ночам и в выходные дни наблюдается почти полное их отсутствие. Следствием неритмичности работы автотранспорта по вывозу грузов с терминала становится общее замедление роста грузооборота в терминально-складском комплексе. Из-за неравномерности процессов грузовой и коммерческой работы на терминалах возникают следующие проблемы:

- перегрузка терминала вследствие неравномерного поступления и вывоза грузов;
- снижение пропускной способности по причине образования транспортных заторов на подъездах к терминалу;
- дополнительные расходы, которые вынуждены нести транспортные компании, чей подвижной состав простаивает в ожидании возможности вывезти груз;
- увеличение сроков доставки грузов конечным потребителям вследствие названных выше причин.

Неравномерность перевозок вызвана следующими основными причинами:

- сезонностью производства и потребления многих видов продукции;
- неритмичной работой предприятий-грузовладельцев;
- наличием выходных и праздничных дней.

Причины, вызывающие неравномерность на железнодорожном транспорте, традиционно принято разделять на три группы: экономические, технические и организационные. К экономическим причинам относят колебания выпуска продукции предприятиями, сезонность производства, заключение сделок на поставку продукции и товаров, изменение конъюнктуры рынка. К техническим факторам, обуславливающим возникновение неравномерности в работе железных дорог, относятся: случайный характер

поездообразования на станциях формирования, маршрутизация перевозок по роду груза, отказы технических средств и др. К организационным причинам можно отнести установившиеся режимы работы предприятий (сменность, выходные и праздничные дни), предоставление «окон» для ремонтных работ, сгущение подвода поездов к пунктам сдачи перед отчетным часом и др. [2].

Чем выше степень неравномерности перевозок, тем большие резервы материальных, трудовых, финансовых ресурсов должен иметь железнодорожный транспорт для выполнения заданных объемов работы. При невозможности экстенсивного развития объектов терминально-складского комплекса пропускная способность терминалов увеличивается за счет разработки и внедрения логистических технологий. Проблемы загруженности транспортных путей в крупных мегаполисах, введение ограничений на движение большегрузных автомобилей по улицам таких городов также обуславливают необходимость оптимизации логистической инфраструктуры. Отчасти снизило остроту проблем, вызванных неравномерностью перевозочного процесса, строительство тыловых логистических терминалов.

Полностью устранить неравномерность перевозочного процесса невозможно, но необходимо учитывать ее при прогнозировании параметров работы тыловых логистических терминалов и вести поиск новых логистических технологий, снижающих ее степень. Одной из таких технологий является тайм-слотирование. Цель тайм-слотирования – сглаживание пульсирующего характера потоков в терминально-складском комплексе, а сглаженные потоки позволяют производить более точное прогнозирование и, как следствие, долгосрочное планирование. Суть технологии заключается в следующем: время работы терминала разбивается на временные отрезки – тайм-слоты. В эти временные интервалы клиенты терминала размещают свои заявки на обслуживание. В бронируемый тайм-слот транспортное средство клиента должно попасть на территорию терминала, чтобы быть обслуженным. Каждый тайм-слот имеет свою вместимость (максимальное количество заявок, которое может быть обслужено в течение данного тайм-слота. Когда количество заявок, закрепленных за данным тайм-слотом, оказывается равным его максимальной вместимости, тайм-слот закрывается для дальнейшего бронирования.

Для моделирования работы терминала по предлагаемой технологии необходимы следующие данные:

- количество отгрузок на автотранспорт;
- количество приемок контейнеров с автотранспорта;
- емкость зон накопления автотранспорта;

- количество тайм-слотов;
- продолжительность тайм-слотов.

На первом этапе решения данной задачи осуществляется сбор и обработка исходных данных, основными из которых являются:

- максимальная мощность поста погрузки-разгрузки на терминале;
- спрос на обслуживание;
- тарифный план терминального обслуживания.

Второй этап предусматривает постановку задачи, которую условно можно разделить на две части:

- поиск оптимального плана загрузки тайм-слотов (на основе принципа максимального приближения к спросу);
- поиск оптимального («выравнивающего») тарифного плана.

Затем необходимо определить оптимальное для данного терминала количество каналов обслуживания (постов загрузки/выгрузки) автотранспорта. Тыловой логистический терминал представляет собой типичную систему массового обслуживания, для которой можно определить оптимальное количество постов обслуживания. Кроме того, такой терминал является многоканальной системой массового обслуживания с ожиданием. В таких системах заявка, поступившая в момент, когда все каналы заняты, становится в очередь и ожидает, пока не освободится один из каналов [3]. Необходимо определить такие характеристики системы, как относительная и абсолютная пропускная способность терминала, среднее количество транспортных средств в очереди, среднее время ожидания и пребывания транспорта в зоне обмена.

Результат применения технологии тайм-слотирования – формирование плана обслуживания заявок и тарифного плана, обеспечивающих баланс оборота денежных средств на терминале. Важным условием является достаточность производственных мощностей для обслуживания всех заявок. В том случае, если это условие не выполняется, заявки, выполнение которых невозможно в рассматриваемый период, переносятся на следующий период. Применение данной логистической технологии позволяет избежать очередей на терминале и дает возможность обслужить все поступившие заявки в указанном периоде с сохранением возможной прибыли. Тайм-слотирование сглаживает неравномерность путем перераспределения подачи транспорта по рабочим сменам терминала. Данная технология позволяет, опираясь на максимальную мощность зоны обмена и емкости зоны накопления транспорта, разработать систему порционной подачи автотранспорта на терминал.

Библиографический список

1. Панова Ю.Н., Коровяковский Е.К. Факторы строительства тыловых контейнерных терминалов // Вестник Тихоокеанского государственного университета. – 2012. – № 1. – С. 103-112.
2. Вернигора Р.В., Березовый Н.И. Анализ неравномерности грузовых перевозок на магистральном и промышленном железнодорожном транспорте // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. – № 2/3 (56). – С. 62–66.
3. Самаров К.Л. Элементы теории массового обслуживания. – М.: Учебный центр «Резольвента», 2009. – 18 с.

УДК 625.17

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ «ОКНА» НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПОДХОДАХ К КРУПНЫМ ТРАНСПОРТНЫМ УЗЛАМ

Д.И. Хомич¹, В.С. Тимченко²

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» (Санкт-Петербург)

² Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук (Санкт-Петербург)

Рассматривается метод определения оптимальной продолжительности «окна» на подходах к крупным транспортным узлам, учитывающий наиболее значимые параметры, сопоставление которых и определяет экономически целесообразный вариант производства путевых работ.

Ключевые слова: путевые машины, инфраструктура, задержки поездов, оптимальная продолжительность «окна», имитационное моделирование, технология производства путевых работ, пропускная способность, график движения поездов.

1. Основные положения

Железнодорожный транспорт РФ работает в условиях ежегодного увеличения экспортных перевозок. По данным Ассоциации морских торговых портов [1], объем железнодорожных перевозок, обслуживающих морские порты РФ, увеличился с 413,3 млн тонн в 2007 году до 623,4 млн тонн в 2014 году.

Согласно данным ИЭРТ [2], протяженность «узких мест», ограничивающих пропускную способность, составляет около 7,5 тыс. километров, что соответствует 9% эксплуатационной длины сети железных дорог. Эти места в основном находятся на главных направлениях сети, где выполняется до 80% грузооборота.

К 2020 году по причине роста объемов перевозок протяженность «узких мест» на сети железных дорог может возрасти до 19–21 тыс. километров [3].

Все это обуславливает необходимость развития инфраструктуры железнодорожного транспорта, строительство, реконструкция и ремонт которой требуют предоставления «окон», чью продолжительность превышают нормативные технологические «окна», предусмотренные графиками движения поездов.

Наибольшее количество «окон» предоставляется путевому хозяйству железных дорог, поскольку эти сложные по технологии и продолжительные работы выполняются комплексами путевых машин. Работы на других объектах инфраструктуры выполняются во время «окон», предоставляемых для путевых работ, а также во время нормативных технологических «окон». Поэтому количество и продолжительность «окон» на рассматриваемом железнодорожном направлении необходимо определять в основном по их потребности для путевых работ.

В настоящее время одной из крупнейших проблем, связанных с эксплуатацией объектов инфраструктуры железных дорог, является рост протяженности участков с просроченным ремонтом железнодорожного пути. Фактические сроки ремонта путей отстают от принятых на РЖД нормативов. Во многом это связано с недостаточным финансированием, обусловленным поставленной перед ОАО «РЖД» задачей сокращения издержек. Так, в 2013 году всеми видами ремонта было охвачено 10 тыс. километров пути, а в 2014 – только 6,3 тыс. (из них капитальным ремонтом 3,95 тыс.), в то время как в ремонте к концу года нуждалось уже 22,7 тыс. километров. В целом же, в 2015 году запланировано отремонтировать более 5 тыс. километров путей, в том числе провести модернизацию 2,9 тыс. километров. При этом в компании отмечают повышение качества ремонта за последние годы, что выражается в снижении «балльности» пути (15 в 2014 году вместо 16 в 2013) и повышении объемов ремонта, принятых с оценкой «отлично» [4].

Особую роль в количестве роста просроченных километров отремонтированного пути имеют загруженные подходы к крупным портам и пограничным переходам с сопредельными государствами. Это вызвано ежегодным ростом объемов экспортных перевозок.

Мировой опыт насчитывает более ста различных способов выполнения работ; наиболее широкое распространение получили следующие:

- закрытие перегона для выполнения работ в технологические «окна», предусмотренные графиком движения поездов;
- закрытие одного из путей двухпутных и многопутных линий для выполнения части ремонтных работ;
- закрытие одного из путей двухпутных и многопутных линий для выполнения всего объёма работ;
- закрытие одного из путей двухпутных и многопутных линий для выполнения работ в ночное время;
- полное закрытие участка для выполнения всего объёма работ.

Основным критерием при определении оптимальной продолжительности «окна» являются минимальные затраты на проведение ремонтных работ и связанных с этим потерь от задержек поездов. Учитывая факторы, влияющие на конечную стоимость выполненных работ, все затраты следует разделить на группы:

1. Затраты, связанные непосредственно с выполнением работ:

- стоимость работы комплекса путевых машин, руб.;
- оплата труда монтажников пути и других специалистов, задействованных при выполнении работ, руб.;
- затраты на материалы, используемые при выполнении работ, руб.;

2. Технологические затраты:

- затраты, связанные с изменением маршрута следования поездов, руб.;
- затраты, связанные с отменой пассажирских поездов, руб.;
- затраты, вызванные задержкой поездов в период проведения работ, руб.;
- затраты, вызванные ограничениями скорости в местах проведения работ, сменой локомотивных бригад и др., руб.

Одним из путей решения проблемы снижения затрат на проведение ремонтных работ является предоставление «окон» большой продолжительности с использованием нескольких комплексов высокопроизводительных путевых машин (рис. 1).

По данным управления пути и сооружений Центральной дирекции инфраструктуры ОАО «РЖД», в компании в течение 2014–2015 гг. активно применяется новый принцип комплексного ремонта пути – на основании технологии закрытого перегона. Кроме того, ремонт пути постепенно становится круглогодичной, а не только весенне-летней операцией. Эта технология особенно активно используется на Восточном полигоне компа-

нии и постепенно заменяет технологию ремонта на основе предоставления «окна». То есть вместо временного перерыва в движении поездов для выполнения путевых работ практикуется полное закрытие участка на определенное время [4]. Данная мера особенно актуальна на участках с низкой интенсивностью движения поездов, о чём свидетельствует опыт Северо-Западного полигона компании.

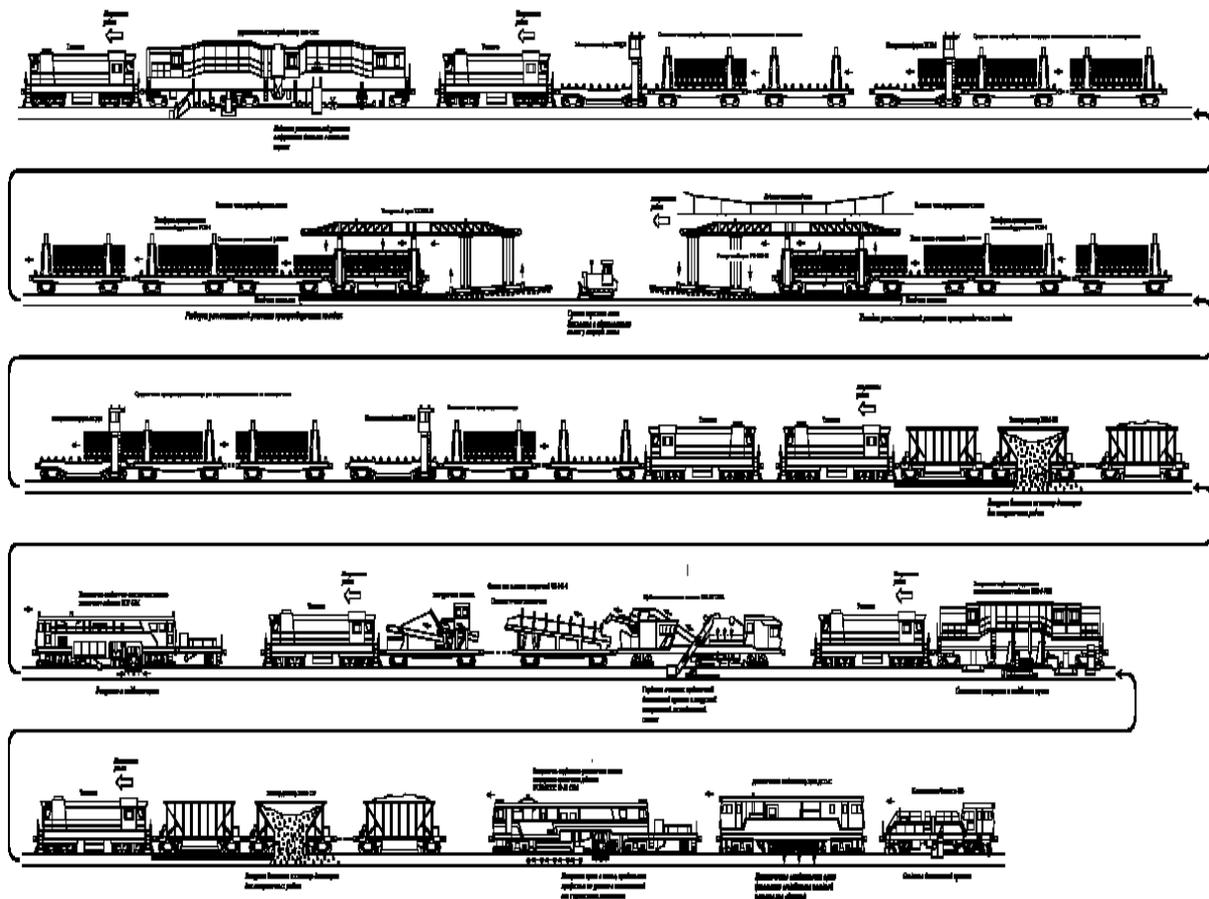


Рис. 1. Комплекс путевых машин при производстве капитального ремонта пути

2. Описание существующей модели расчёта затрат

Основным критерием, оценки эффективности выполнения работ с закрытием перегона является объём выполненных работ, а второстепенными принято считать затраты, связанные с задержками поездов. Формализация данной модели представлена зависимостью

$$C_{\text{ок}} = f(t, C_{\text{п}}, C_{\text{сн}}),$$

где $C_{ок}$ – стоимость окна, руб.;

t – продолжительность окна, ч;

$C_{п}$ – затраты, связанные непосредственно с выполнением работ (работа техники, оплата труда монтажников пути и других привлечённых специалистов, материалы и др. ресурсы), руб.;

$C_{сн}$ – затраты, связанные со съёмом ниток графика, руб.

Таким образом, определение итоговой стоимости выполнения работ в полной мере не учитывает весь комплекс затрат, связанный с задержками поездов и рисками нарушения сроков доставки грузов.

Данный метод наиболее приближенно даёт оценку в определении затрат, вызванных предоставлением «окна»:

$$C_{ок} = C_{п} + C_{техн},$$

где $C_{техн}$ – технологические затраты,

$$C_{техн} = C_{изм} + C_{сн} + C_3 + C_{проч},$$

$$C_{изм} = N_{граф} \cdot \sigma \cdot K \cdot C_э,$$

где $N_{граф}$ – графические размеры движения поездов, пар поездов;

σ – доля вероятности изменения маршрута следования поезда;

K – коэффициент увеличения эксплуатационных затрат, вызванных изменением маршрута следования поезда ($K = 1,35-1,5$);

$C_э$ – эксплуатационные затраты, руб.;

$$C_{сн} = C_{дох} \cdot n,$$

где $C_{дох}$ – доходная составляющая, руб.

n – количество снятых поездов;

$$C_3 = C_э \cdot T,$$

где T – поездо-часы ежегодных задержек поездов, вызываемых предоставлением «окон» на двухпутных линиях,

$$T = \frac{1}{60} \cdot \left[\frac{0,5 \cdot (t_{ок} \cdot \omega_{пасс} \cdot \epsilon_{пасс} \cdot j_p)^2}{j_{ср} - j_p} + 0,5 \cdot (t_{ок} + \omega_{пасс} \cdot \epsilon_{пасс} \cdot j_p) \right] \cdot 160,$$

где $t_{ок}$ – задержки поездов, вызванные предоставлением плановых «окон»,
мин;

$\omega_{пасс}$ – параметр, отражающий влияние первоочередного пропуска пассажирских поездов на задержки грузовых;

$\epsilon_{пасс}$ – коэффициент съема грузовых поездов пассажирскими, принимается равным 1,6;

160 – количество рабочих дней в сезон проведения летних путевых работ (календарных – 365);

j_p – расчетный межпоездной интервал;

$j_{ср}$ – средний интервал движения поездов, определяемый:

$$j_{ср} = \frac{1440 - N_{пасс} \cdot \epsilon_{пасс} \cdot j_p}{N_{гр}}, \text{ мин,}$$

где $N_{гр}$ – количество пар грузовых поездов в сутки;

$N_{пасс}$ – количество пар пассажирских поездов сутки;

На рис. 2 представлены задержки грузовых поездов в зависимости от продолжительности «окна» при различных видах и продолжительности путевых работ на основе исследований доктора экономических наук С.А. Быкадорова, которые соответствуют предлагаемой методике [5].

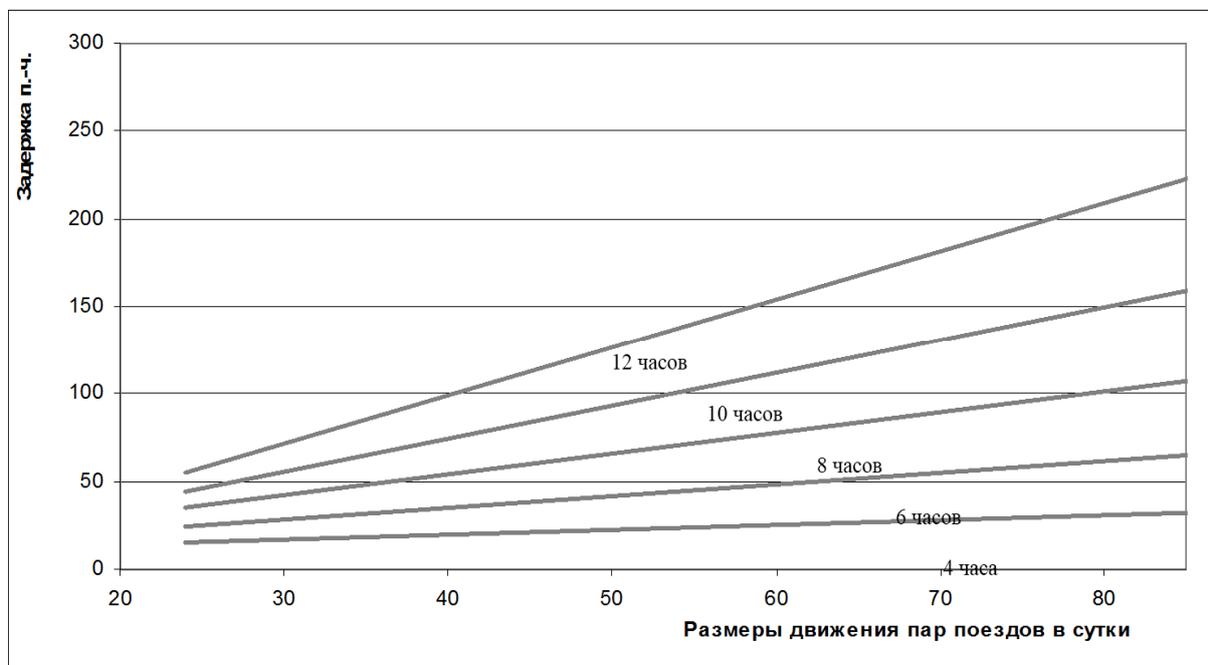


Рис. 2. Суммарные задержки поездов на двухпутном участке для различных размеров движения и длительности «окон»

На рис. 3 приведена графическая интерпретация результатов расчета, выполненного по предлагаемой методике. Для расчета были приняты следующие условия: путевые работы проводятся с закрытием для движения одного из двух путей перегона; размеры движения: скоростных поездов – 8 пар/сутки, скорых – 2 пары/сутки, грузовых – 16 пар поездов/сутки, пригородных поездов – 40 пар/сутки. Участок оборудован автоблокировкой. Такие условия примерно соответствуют реальному участку Санкт-Петербург – Буловская Октябрьской железной дороги.

Расчет показал, что существует такое значение $C_{ок\ opt}$ (точка пересечения двух графиков на рис. 3), которое соответствует продолжительности «окна» $t_{ок} = 25$ ч.

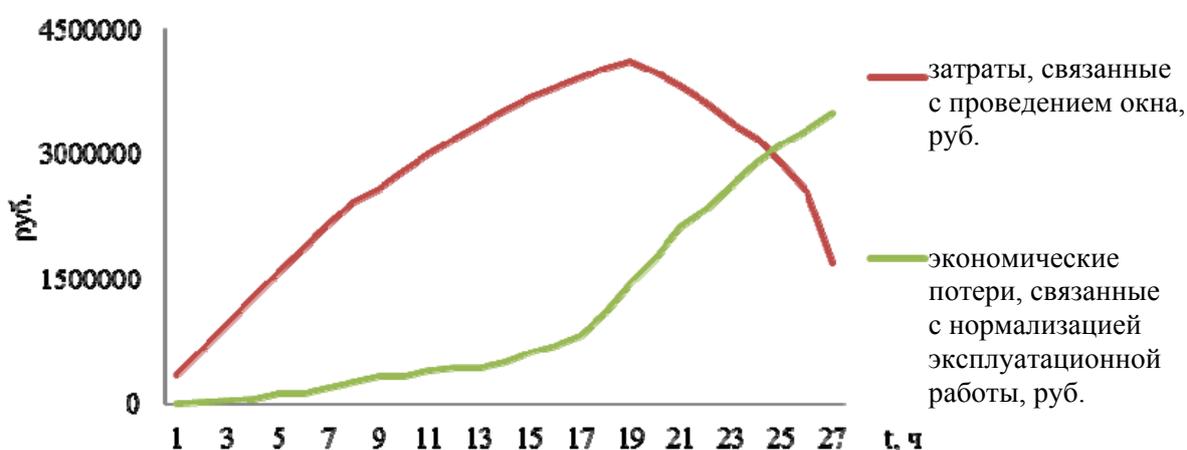


Рис. 3. Результаты расчета оптимальной продолжительности «окна», выполненного по предлагаемой методике

Используя данную методику, можно определить эффективную продолжительность «окна» с учётом факторов, влияние которых является первоочередным при выборе оптимальной продолжительности «окна».

3. Определение задержек поездов с помощью ИМПП

Программный комплекс имитационного моделирования процессов перевозок (ИМПП) [6] создан и развивается содружеством ученых академической (ИПТ РАН), отраслевой (ИЭРТ, ВНЕШВУЗЦЕНТР) и вузовской (ПГУПС) науки под руководством доктора технических наук, профессора И.М. Кокурина.

После определения дат, мест расположения и продолжительности предоставляемых «окон» [7, 8], с учетом снижений скорости движения поездов всех категорий определяется возможность их пропуска по ремонтируемой линии. Для этого в модуль имитационного моделирования переда-

ется набор данных по всем годам планируемого периода о местах, длительностях и количестве «окон», количестве и параметрах всех грузовых поездов в сутки.

Метод имитационного моделирования позволяет оценивать пропускную способность с учетом различных вариантов реконструкции инфраструктуры и организации движения, категорий грузовых поездов, количества и полезной длины станционных путей, неравномерности движения, возможностей привязки локомотивов и локомотивных бригад к поездам, наличия предупреждений об изменениях установленной скорости, а также предоставления «окон» для ремонтов инфраструктуры.

В результате имитационного моделирования строятся графики движения поездов, по которым определяются наличная пропускная способность и задержки грузовых поездов от предоставления «окон»

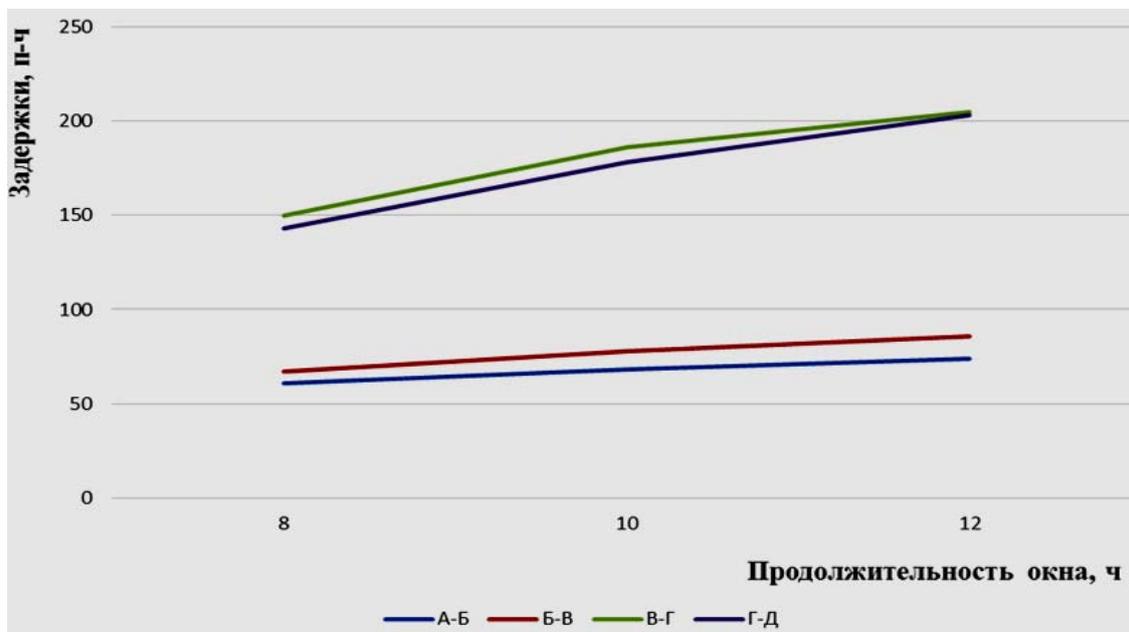


Рис. 4. Суммарные задержки поездов в обоих направлениях на двухпутном участке при различной длительности и расположении «окна» при размерах движения 72 пары

На рис. 4 показаны суммарные задержки поездов в обоих направлениях, полученные методом имитационного моделирования процессов железнодорожных перевозок, в условиях предоставления «окон» на разных перегонах двухпутного железнодорожного участка при размерах движения 72 пары поездов. Время хода по ремонтируемым перегонам приведено в таблице.

Время хода по ремонтируемым перегонам

Название перегона	Время хода по перегону, мин
А-Б	7
Б-В	9
В-Г	13
Г-Д	14

В отсутствие возможности пропустить требуемое количество грузовых поездов по ремонтируемому участку проверяется возможность отклонения части поездопотока на параллельные железнодорожные линии. При этом рассчитываются перепробеги и задержки поездов, которые используются для определения минимальных суммарных затрат на задержки поездов и путевые работы при изменениях продолжительности «окон». С увеличением продолжительностей «окон» стоимость задержек и пробегов поездов увеличивается, а стоимость и длительность ремонтных работ уменьшаются. Поэтому оптимальная длительность «окна» достигается при минимальной сумме затрат на пропуск поездов и ремонтные работы.

Заключение

В статье рассмотрены вопросы, связанные с задержками поездов в условиях предоставления «окон» на объектах инфраструктуры различной продолжительности для участков, ведущих к крупным транспортным узлам. Проанализированы причины возможных задержек поездов в период предоставления «окон», а также методы технологического и экономического обоснования при определении оптимальной продолжительности выполнения работ в «окно».

Библиографический список

1. Грузооборот морских портов России за 2012 г. // [Ассоциация морских торговых портов] / 14 января 2013. URL: [http://www.morport.com/rus/publications / document1339.shtml](http://www.morport.com/rus/publications/document1339.shtml) (дата обращения: 04.09.2013).
2. Якунин В.И. ОАО «РЖД». Инфраструктура промышленного роста // Федеральный справочник. Инфраструктура России. Том № 2, 2013. – С. 123–128. URL: [http://federalbook.ru/files/Infrastruktura/ Soderjaniye/Tom- 2/II/Yakunin.pdf](http://federalbook.ru/files/Infrastruktura/Soderjaniye/Tom-2/II/Yakunin.pdf).
3. Пехтерев Ф.С. Основные направления актуализации генеральной схемы развития железнодорожного транспорта до 2020 года // Федеральный справочник. Инфраструктура России. Том № 2, 2013. – С. 129–132. URL: [http://federalbook.ru/ files/Infrastruktura/Soderjaniye/Tom-2/II/ Pehterev.pdf](http://federalbook.ru/files/Infrastruktura/Soderjaniye/Tom-2/II/Pehterev.pdf).
4. Лебедев А. Инвестиции зовут в путь // РЖД-Партнёр URL:[http:// www.rzd-partner.ru/news/zheleznodorozhnaia-infrastruktura/investitsii-zovut-v-put](http://www.rzd-partner.ru/news/zheleznodorozhnaia-infrastruktura/investitsii-zovut-v-put).

5. Мигров А.А., Хомич Д.И. Техничко-экономическое обоснование выбора комплексов путевых машин для ремонта железнодорожных линий высокоскоростного сообщения // Развитие экономической науки на транспорте: скорость как экономическая категория: сборник тезисов докладов III Международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 2014. – С. 59–60.

6. Кокурин И.М., Кудрявцев В.А. Оценка пропускной способности железнодорожных линий на основе имитационного моделирования процессов перевозок // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2012. – Вып. 2 (31). – С. 18–22.

7. Тимченко В.С. Алгоритмизация процессов оценки пропускной способности железнодорожных участков в условиях предоставления окон // Транспорт Российской Федерации. – 2013. – № 5 (48). – С. 34–37.

8. Тимченко В.С. Алгоритмы расчета графиков проведения ремонтных работ железнодорожного пути на перспективу // Интернет-журнал «Науковедение». – 2014. – № 3. – С. 127.

УДК 658.7:656+06

ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗМЕЩЕНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ТРАНСПОРТНО-СКЛАДСКИХ КОМПЛЕКСОВ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГРУЗОПОТОКОВ В ГОРОДСКИХ АГЛОМЕРАЦИЯХ

В.В. Трапенов

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения»
(г. Ростов-на-Дону)*

Рассмотрена транспортно-складская система. Изложена классификация складов. Установлена необходимость формирования в Ростовской области сети терминально-логистических комплексов международного, регионального и локального уровней.

Ключевые слова: транспортно-складской комплекс, классификация, транспортный узел, формирование, интермодальный транспортно-логистический центр, региональный логистический центр, локальный распределительный центр.

Рынок современных складских помещений России находится на начальной стадии развития. До конца 2004 г. на рынке не существовало формализованной классификации складов. Согласно разработанной компанией Knight Frank классификации, все складские помещения подразделяются на следующие классы: склады класса *A* – с делением на подклассы *A+* и *A*; склады класса *B* – с делением на подклассы *B+* и *B*; класс *C*;

класс *D*. В классификации отражены преимущественно технические характеристики объектов без учета их расположения.

Критерии географического положения, в частности транспортная доступность и удаленность от главных магистралей, являются одними из основополагающих при принятии компанией решения об аренде объекта.

Одна из особенностей направления развития отрасли складских помещений в России – переоборудование бывших бомбоубежищ, производственных территорий и овощехранилищ в складские помещения и присвоение им статуса «склад класса *C* или *D*». Но такие помещения имеют существенные недостатки, т.к. первоначально были ориентированы на советскую плановую экономику, которая основывалась на централизованном снабжении. При этом она не выдвигала требований, с которыми столкнулись современные девелоперы, арендаторы и собственники объектов складской недвижимости, а именно увеличение отдачи от каждого квадратного метра земли или помещения и повышение скорости и эффективности обработки грузов.

Логистические компании, которые пришли на российский рынок со своими технологиями хранения и переработки грузов, требовали помещений, удовлетворяющих стандартам, с которыми они привыкли работать за рубежом. Рост российской экономики, ажиотажный спрос на новые складские помещения, отсутствие тройственных стратегических альянсов (будущий собственник, профессиональный застройщик и кредитор) привели к появлению преимущественно спекулятивных девелоперских проектов, ориентированных на свободный рынок.

Некоторые руководители недооценивают роль складских операций при движении материальных потоков от поставщика сырья и материалов до производителя и далее готовой продукции до конечного потребителя товара. Уделяя большое внимание другим операциям: купле-продаже, производству, финансовым расчетам, они зачастую упускают из виду, что минимизации расходов на всем пути продвижения товара нельзя достигнуть, если не организован весь процесс в целом. Складские операции являются одной из важнейших составляющих в ценообразовании товара. Недооценка важности этих операций ведет к повышению расходов при обработке или перевалке товаров.

Транспортно-складская система узла, берущая начало от исходного поставщика материалов (сырья) и завершающаяся конечным потребителем, объединяет три базисные функциональные области, которые начинаются и заканчиваются складами. Каждая область функционирования складского комплекса связана с определенным назначением и специализацией, а

также его расположением и ролью в логистической системе (рис. 1). В общем виде эта связь может быть отражена следующим образом:

1 – склады снабженческие – осуществляют снабжение и сосредоточены на хранении материалов (сырья), комплектующих и другой продукции производственного назначения;

2 – склады производственные – предназначены для обеспечения производственного процесса и хранения запасов незавершенного производства, запчастей, инструментов и т.д.;

3 – склады распределительные – обеспечивают непрерывное движение товаров из сферы производства в сферу потребления.

При перемещении от поставщика к потребителю товарно-материальные ценности (ТМЦ) проходят через склад как минимум два раза. Если при перемещении ТМЦ осуществляются смешанные виды перевозок, то к указанным складам поставщика и потребителя добавляются перевалочные склады. Таким образом, количество складских перевалок для ТМЦ увеличивается до четырех.

Склады торговли, находящиеся в местах сосредоточения производства (выходные оптовые базы), принимают товары от производственных предприятий большими партиями, комплектуют и отправляют крупные партии товаров получателям, находящимся в местах потребления.

Склады, расположенные в местах потребления (торговые оптовые базы), получают товары производственного ассортимента и, формируя широкий торговый ассортимент, снабжают ими розничные торговые предприятия.

На сегодняшний день бизнес-процессы в крупных торговых и производственных компаниях стали настолько глобальными, что для обслуживания перевозок и хранения уже не хватает мощностей складов и небольших складских комплексов. Особенно сложно организовать безупречные перевозки и хранение товаров, когда речь идет о перегрузке с одного типа транспорта на другой.

Для решения таких «логистических задач» создается особый промышленный комплекс, который называют логистический терминал. Как правило, это объект, состоящий из нескольких складских помещений класса А, связанных с несколькими видами транспорта: автомобильным, железнодорожным, водным или воздушным. У логистического терминала должно иметься соответствующее техническое оснащение, ускоряющее все операции с грузами. Важна также правильная планировка проездных путей, что должно исключить транспортные пробки. Особое внимание уделяется службе безопасности, так как места концентрации товарных потоков всегда притягивали внимание злоумышленников.

Материальной базой реализации логистических технологий является создание сети терминально-логистических комплексов, выполняющих накопительно-распределительные функции товаропотоков и переработку транзитных потоков.

При формировании производственно-транспортно-складских объектов, соединённой транспортной сетью на территории региона (рис. 2), определение структуры терминальной сети (количество потребителей и центральных складов) и выбор рационального варианта места расположения центрального склада обычно осуществляется различными методами по критерию транспортной (тонно-километровой) работы.

В соответствии с разработками доктора технических наук, профессора В.М. Сая, плоские иерархические структуры представляются в пространственном изображении в виде многослойных моделей, состоящих из нескольких функциональных плоскостей – сэндвич-моделей [1, 2]. Так, исходя из сформированной компоновки производственно-транспортно-складских объектов узла «К» и «Р», их можно представить в виде сэндвич-моделей графов (рис. 3).

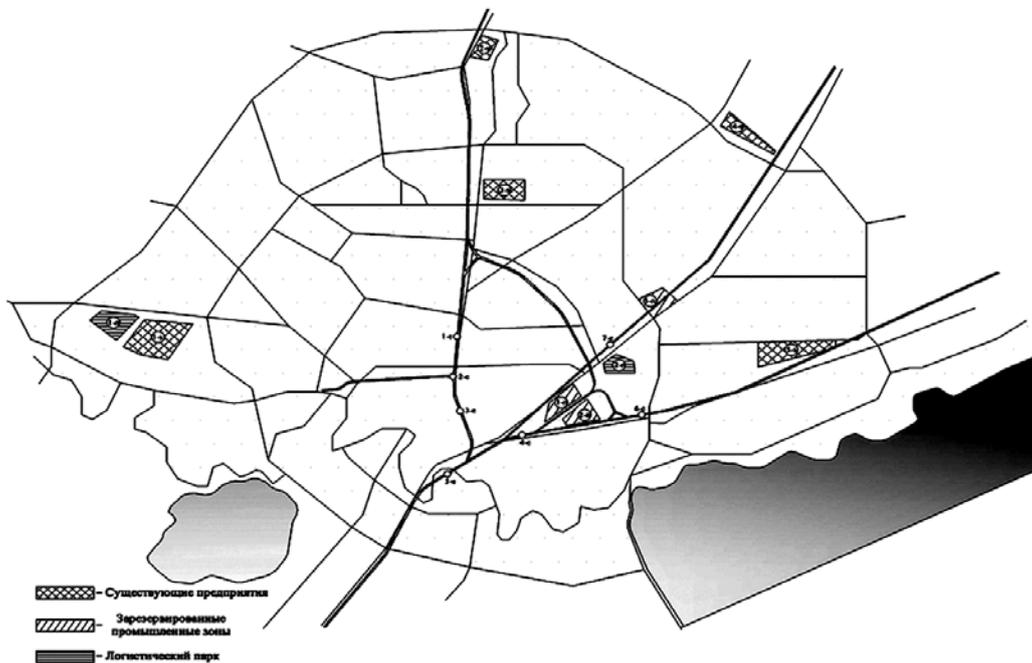
Каждый слой сэндвич-модели представляет собой сеть элементов и связей между ними, условно расположенную и изображённую на отдельной плоскости. При этом кроме сетевых связей внутри каждой плоскости, между различными плоскостями модели также имеются связи, формализующие взаимоотношения между различными структурами. С помощью таких сетевых моделей возможно формализовать различные аспекты взаимодействия структур железнодорожного транспорта с региональными структурами.

Для того чтобы учесть различные источники i соответственно их транспортному значению, перевозимая от них транспортная масса в виде p_i умножается на расстояние l_i и определяется минимум величины:

$$V = \sum_{i=1}^n p_i \cdot l_i \quad [3].$$

Эту потенциальную величину (экономико-географический центр тяжести) А.Фёппль назвал «виаль». Направление сообщений может быть и обратным, если отыскивается расположение источника (логистического терминала), который будет снабжать несколько предприятий. В каждом случае центральный пункт должен быть определен так, чтобы затраты, необходимые для достижения этого пункта, были наименьшими. Центральный пункт, определенный по условиям минимума «виаль», не является идентичным центру тяжести транспортных источников.

а)



б)



Рис. 2. Схема компоновки производственно-транспортно-складских объектов:
а – узел «К»; б – узел «Р»

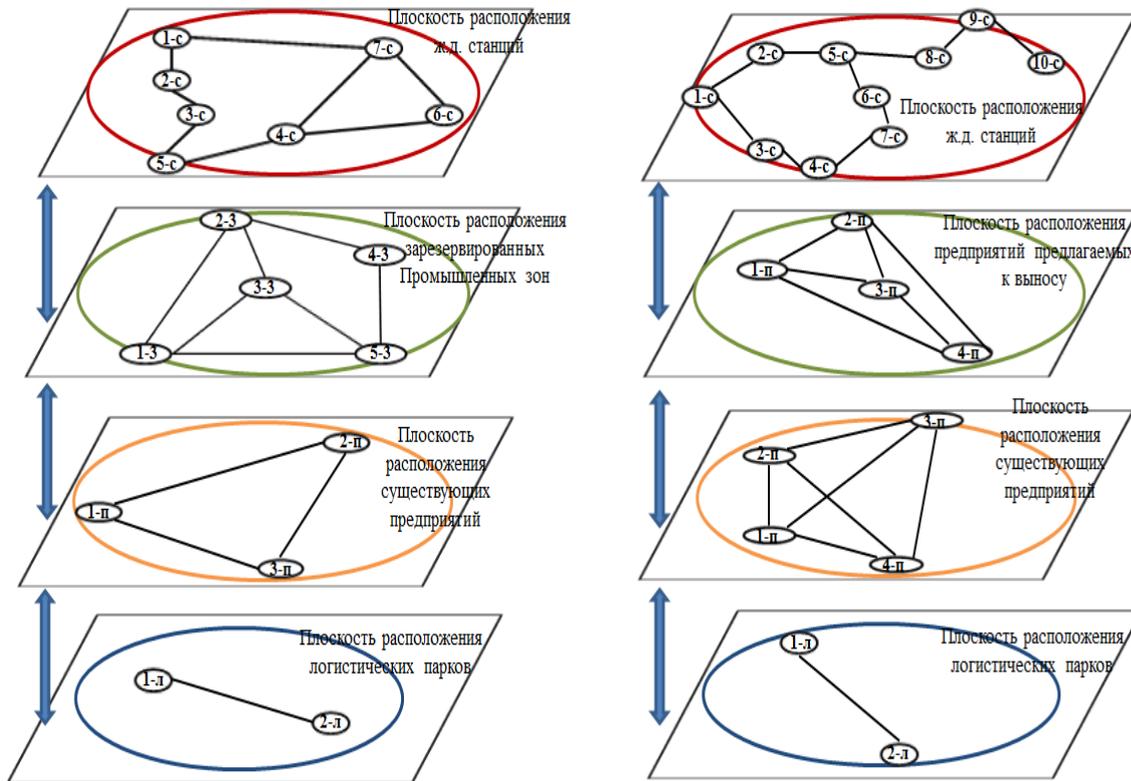


Рис. 3. Схема сэндвич-моделей графов производственно-транспортно-складских объектов узлов «Р» и «К»

Значимость транспортных источников P может быть выражена в единицах транспортной массы M , например, в единицах мощности транспортных источников M/T , или как ежедневно или ежегодно отправляемое количество грузов, или, наконец, значимость транспортных источников может быть выбрана в виде коэффициентов, выражающих ту или иную характеристику источников. В простейшем случае все $p_i = 1$ и задача определения величины «виаль» становится чисто геометрической. Тогда затраты даются в единицах расстояния L . После умножения расстояний на удельные затраты времени (или после деления пути на скорость): $L \cdot T/L = T$, последние выступают как значение времени следования. Если на 1 км пути наложить удельные денежные затраты A/L (например, удельные капиталовложения на строительство сооружений или эксплуатационные расходы и расходы на тягу поездов, приходящиеся на 1 км пути), то затраты выражаются в единицах $L \cdot A/L = A$.

Таким образом, величина «виаль» может быть выражена в единицах измерения L, T, A, ML, MT, MA [3].

Однако данный показатель не вполне совершенен, так, например, при рассмотрении нескольких вариантов разной структуры, но с одинако-

вой транспортной работой на доставку, оба варианта могут быть признаны равнозначными и предлагается выбор любого из них.

При проектировании транспортно-складской инфраструктуры, возводимой на длительные сроки эксплуатации с большими затратами финансовых и прочих видов ресурсов, необходимо использовать дополнительные критерии оценки.

Один из таких критериев оценки – показатель притягательности W на основе интерпретации гравитационной модели

$$W_{ij} = \alpha_j \cdot \frac{q_{ij} \cdot Q_i}{l_{ij}^2},$$

где α – долевой коэффициент, рассчитываемый отношением $\alpha_j = \frac{P_j}{P_{\text{общ}}}$;

q_{ij} – объем транспортно-складского грузопотока, обслуживаемого терминалом;

Q_i – мощность логистического терминала;

l_{ij} – расстояние между ТСК и логистическим терминалом.

Чем больше величина показателя W , тем более устойчивое терминальное обслуживание ТСК со специализацией складской инфраструктуры по грузопотокам потребителей региона, меньше расходов на потери при транспортировке.

В зависимости от характеристик и объемов грузопотоков, степени влияния на экономику страны и региона, других факторов необходимо формирование сети терминально-логистических комплексов международного, регионального и локального уровней.

Интермодальные транспортно-логистические центры международного уровня (ИТЛЦ) должны обеспечивать переработку международных транзитных грузопотоков с перевалкой грузов на различные виды магистрального транспорта. Зона обслуживания ИТЛЦ колеблется от 500 до 800 км, территория терминала может изменяться от 100 до 150 Га.

Региональные мультимодальные логистические центры (РЛЦ) следует размещать в крупных или узловых городах области, и предназначены они для перераспределения грузопотоков между муниципальными районами области и близлежащими районами соседних регионов, формирования и расформирования отправок между отдельными терминально-логистическими центрами локального уровня. Зона обслуживания РЛЦ составляет от 50 до 80 км, максимально территория может достигать 50 Га.

Локальные распределительные центры (ЛЛЦ) предназначены для обслуживания определенной территории субъектов Федерации, непосредственного обслуживания оптово-розничной сети и конечных потребителей услуг. Региональные центры являются основным элементом товаропроводящей сети. Зона обслуживания ЛЛЦ – от 5 до 8 км, территория – до 10 Га.

Наибольшим потенциалом логистического развития на юге России обладает Ростов-на-Дону, единственный город в Южном федеральном округе, где имеются качественные складские объекты классов *A* и *B*.

Общий объем предложения складской недвижимости Ростова-на-Дону – 486 тыс. кв. м. Общая площадь складов классов *A* и *B* – 156 тыс. кв. м, что составляет 32% от общего объема рынка (по данным компании GVA Sawyer). Таким образом, обеспеченность складскими мощностями Ростовской области составляет 114,6 кв. м/тыс. жителей.

В Ростовской области заявлено немало проектов логистических комплексов класса *A* и *B*, однако большинство из них заморожено. Основной спрос на складские мощности формируют местные компании, а федеральные игроки пока представлены слабо. Это – дистрибьюторы, ретейлеры, торговые сети. Местные компании только начинают переключаться со старых овощехранилищ на объекты класса *A* и *B*. А у федеральных игроков есть спрос на высококлассные склады, обусловленные применением современных грузоперерабатывающих технологий.

Нехватка качественных складских помещений в Ростове и пригородах стимулирует ростовских ритейлеров строить собственные комплексы.

Наибольшая концентрация терминалов наблюдается вдоль автомобильной трассы М-4 «ДОН» в пределах 100 км зоны Ростова-на-Дону, где сконцентрировано более 56% населения всей области. Здесь же сосредоточено более 70% промышленных предприятий региона (города Ростов-на-Дону, Таганрог, Новочеркасск, Шахты).

Более 5% общей доли товаров и услуг приходится на г. Волгодонск, который расположен в восточной части Ростовской области.

Более 74% структуры оборота розничной торговли Ростовской области приходится на эту же зону в пределах 100 км от Ростова-на-Дону.

Анализ размещения и номенклатуры товарно-материальных потоков терминально-складской сети на территории Ростовской области указывает на стихийный характер размещения товароперерабатывающей сети. Формирование сети складских комплексов проводилось без учета существующего состояния и развития промышленного производства, социальной инфраструктуры, размещения трудовых ресурсов и пропускной способности транспортных коммуникаций [4].

Размещение складских объектов промышленных предприятий, грузовых дворов различных видов транспорта сложилось в советский период и не в полной мере учитывает, в первую очередь, пропускную способность транспортно-дорожной сети.

В Ростовской области сформирована многопрофильная система товародвижения, основу которой составляют более 110 оптовых предприятий потребительского рынка товаров и услуг, представленных более чем 54 тысячами торговых мест.

Оптовые базы и рынки продовольственного назначения, строительных материалов и товаров широкого потребления, как правило, размещаются в городах на территории бывших баз снабженческо-сбытовых организаций, созданных до середины 80-х годов. Основной целью данного рода объектов являлось обслуживание производственных и торговых предприятий в городе в условиях плановой экономики.

Кроме этого, размещение современных организаций оптовой торговли сложилось на бывших производственных и складских мощностях малых и средних промышленных предприятий, которые в результате развития городов оказались в зоне жилой и социальной застройки без учета пропускной способности транспортно-дорожной сети и уровня ее загрузки.

Номенклатура перерабатываемых грузов, как и положение оптово-розничных баз и рынков, складывалась стихийно, без учета совместного размещения на той или иной территории. Оптово-розничные базы и рынки размещаются как в крупных, так и в средних, малых городах области. Аналогичную тенденцию размещения имеют и торгово-развлекательные комплексы и торговые центры. В основном они концентрируются в крупных городах области.

Отношение оборота розничной торговли на душу населения в муниципальных районах на территории области позволяет в той или иной мере оценить обеспеченность территории складской и торговой инфраструктурой. Анализ показывает, что наиболее развитым в этом отношении является Аксайский район за счет концентрации на его территории большого числа крупных операторов оптовой торговли, логистики. При среднем показателе по области – 93,5 тыс. руб./чел. значение данного показателя здесь составило 220,2 тыс. руб./чел., а в Ростове-на-Дону – 188,7 тыс. руб./чел., в Волгодонске и Новочеркасске по 105,3 тыс. руб./чел., в Каменске-Шахтинском – 99 тыс. руб./чел., в Таганроге – 90,8 тыс. руб./чел., в Шахтах – 77 тыс. руб./чел., в Азове – 69,2 тыс. руб./чел.

Анализ размещения в планируемых инвестиционных проектах объектов транспортно-логистического назначения показал, что практически их

все предполагается разместить в Аксайском районе, в зоне между двумя крупными агломерациями – Ростовской и Шахтинской [5].

Такое размещение отражает особенности концентрации населения на территории области, развития розничной торговой сети и транспортной инфраструктуры. В свою очередь оптовая торговля традиционно является определяющим фактором развития рынка складской недвижимости.

Анализ транспортной обеспеченности территории области, проведенный на основании материалов территориального планирования Ростовской области, показал, что все районные центры обеспечены дорогами с твердым покрытием. Наивысшим уровнем развития транспортной инфраструктуры обладают: Азовский и Красносулинский районы, высоким уровнем обладают Октябрьский, Каменский и Неклиновский районы, к относительно высокому уровню относятся Аксайский, Морозовский, Сальский, Зимовниковский и Орловский районы.

Формирование терминально-логистической инфраструктуры должно проводиться с учетом сложившейся системы размещения и развития инфраструктуры таможенных органов.

Библиографический список

1. Сай В.М. Планетарные структуры управления на железнодорожном транспорте: научная монография. – М.: ВИНТИ РАН, 2003. – 345 с.
2. Сай В.М., Сизый С.В., Фомин В.К. Оценки предприятий взаимодействующих с железной дорогой // Экономика железных дорог. – 2010. – № 1. – С. 34–41.
3. Потгофф Г. Учение о транспортных потоках / пер. с нем. – М.: Транспорт, 1975. – 344 с.
4. Стратегия развития транспортного комплекса Ростовской области до 2030 года: сводный аналитический доклад. – Ростов н/Д, 2010.
5. Числов О.Н. Модифицированный гравитационный метод в размещении распределительных терминалов портовых железнодорожных транспортно-технологических систем [электронный ресурс] / О.Н. Числов, В.Л. Люц // Инженерный вестник Дона. – 2012. – № 4 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1420>.

УДК 656.2

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СТАНЦИЙ И ДЕПО НА ГРУЗОНАПРЯЖЕННЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Е.В. Зайцев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» (Санкт-Петербург)

Организация перевозок на железнодорожном транспорте является сложной и достаточно трудоёмкой. Отдельного внимания заслуживает задача своевременного и бесперебойного обеспечения поездов локомотивами и локомотивными бригадами. Для её решения требуется грамотная организация и согласование трех процессов: подготовки составов к отправлению, своевременного предоставления исправных локомотивов и организация «подвязки» бригад к локомотивам. В статье представлены результаты исследования показателей работы комплекса «станция – депо» и изложены рекомендации по улучшению синхронизации процессов обеспечения поездов локомотивами и локомотивными бригадами для повышения качества эксплуатационной работы.

Ключевые слова: станция, локомотив, локомотивная бригада, разведочный анализ, метод Парето, корреляционный анализ, факторный анализ.

Введение

Основу технологии перевозочного процесса составляет координированное взаимодействие дирекций управления движением, инфраструктуры и тяги, которое обеспечивает выполнение графика движения поездов при минимальных затратах. Этому способствуют согласованная с графиком подача локомотивов и локомотивных бригад, правильный выбор плеч обслуживания и рациональное использование пропускных способностей станций и перегонов.

На рис. 1 приведена схема взаимодействия единого диспетчерского центра управления (ЕДЦУ), депо и станции.

В настоящее время Октябрьская железная дорога – филиал ОАО «РЖД» столкнулась с трудностями, связанными с обеспечением локомотивами возросших объемов перевозок на Коштинском направлении. На важнейших станциях этого направления – Санкт-Петербург-Сортировочный-Московский (СПСМ) и Волховстрой – депо находится в пределах станции, а на станции Бабаево депо отсутствует, но планируется ввод в эксплуатацию нового пункта технического обслуживания локомотивов.



Рис. 1. Схема взаимодействия ЕДЦУ, депо и станции

В то же время наличие депо на станции не дает гарантии бесперебойного обеспечения локомотивами и локомотивными бригадами отправляемых поездов. Необходима грамотная организация и согласование трех процессов: подготовки составов к отправлению, своевременного предоставления исправных локомотивов и организации «подвязки» бригад к локомотивам. В условиях роста объема перевозок последние два процесса становятся решающими.

Здесь представлено исследование показателей работы комплекса «станция – депо» и даются рекомендации по улучшению синхронизации процессов обеспечения поездов локомотивами и локомотивными бригадами для повышения качества эксплуатационной работы. Решение этой задачи подразумевает анализ статистических данных, изучение технологической документации, разработку конкретных предложений и расчет экономического эффекта от совершенствования технологических процессов депо и станции.

Каждая станция имеет свои значения показателей выполнения графика отправления поездов, содержания парка электровозов, а также ненормируемых показателей следования локомотивных бригад пассажирами, отправления локомотивов со станции для прохождения технического обслуживания (ТО) и продолжительности «накладного времени» локомотивных

бригад, взаимосвязь между которыми сложилась эмпирически и до сих пор не являлась предметом углубленного анализа. Между тем исследование вопроса на примере Коштинского направления позволит выработать рекомендации для повышения пропускной и провозной способности грузонапряженных участков дорог.

Для расчета экономического эффекта и дальнейшей оптимизации процессов перевозок необходимо провести статистический анализ показателей работы станций и депо на выбранном направлении.

Статистический анализ включает:

1. Разведочный анализ: построение временных диаграмм и изучение их закономерностей.
2. Анализ по методу Парето наиболее значимых причин критических факторов.
3. Корреляционный анализ.
4. Факторный анализ.

1. Разведочный анализ

Задачей разведочного анализа является комплексное исследование показателей работы станции, обеспечения поездов локомотивами и локомотивными бригадами.

При анализе статистических данных о количестве накладного времени локомотивных бригад было установлено, что динамика накладного времени имеет сезонный характер и принимает наибольшие значения в период летних путевых работ. В то же время с учетом объемов отправляемых поездов с каждой станции в наихудшем положении находится станция СПСМ из-за достаточно высокого общего накладного времени и наименьшего числа отправленных поездов (рис. 2).

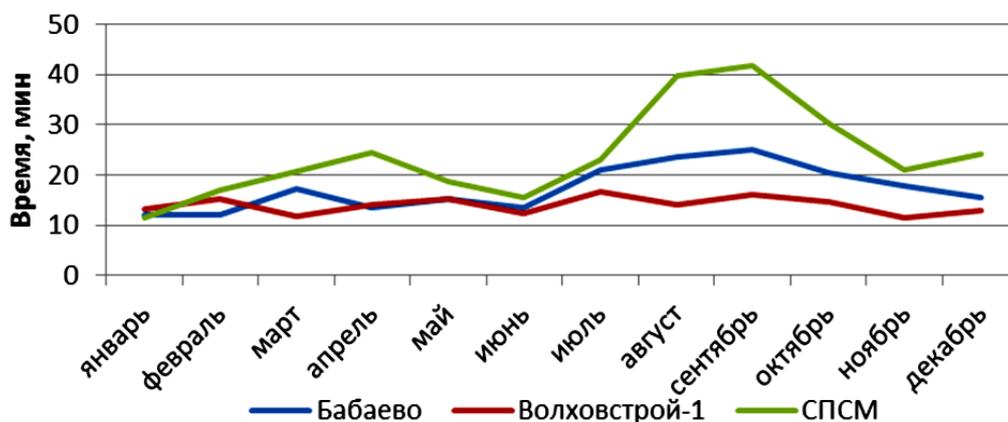


Рис. 2. Среднее накладное время локомотивных бригад на один поезд по станциям Бабаево, Волховстрой и СПСМ за период с января 2014 г. по апрель 2015 г.

2. Анализ по методу Парето наиболее значимых причин задержек в отправлении поездов (с учетом накладного времени)

По всем трем станциям наиболее частым виновником появления накладного времени локомотивных бригад является дирекция тяги, в среднем, примерно в 50% случаев.

Наиболее частыми причинами появления накладного времени на станции Бабаево являются неисправность локомотива и недостаточное содержание парка, тогда как на станциях с депо (Волховстрой-1 и СПСМ) основными причинами являются перепростой локомотива на ТО-2 и неготовность локомотива. Из этого можно сделать вывод, что на накладное время влияет не только наличие депо, но и правильная организация его работы.

С точки зрения технологии возникновения накладного времени можно выделить три определяющих фактора (рис. 3). Первопричину накладного времени определяет первый фактор. Норматив времени на сдачу локомотивов бригадой редко выдерживается.

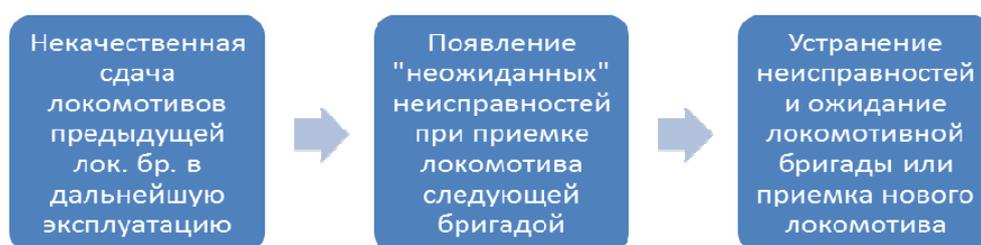


Рис. 3. Определяющие факторы возникновения накладного времени

3. Корреляционный анализ

Задачей корреляционного анализа является установление количественных зависимостей между основными показателями, в частности, характеризующими производственные потери.

Результаты корреляционного анализа сведены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты корреляционного анализа

Операции	Отправлено поездов	Следование лок. бр. резервом	Следование лок. бр. пассажиром	Накладное время лок. бр.
1	2	3	4	5
Бабаево				
Отправлено поездов	–	–0,82	0,61	0,22

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5
Следование лок. бр. резервом		–	0,86	0,5
Следование лок. бр. пассажиром			–	–0,7
Накладное время лок. бр.				–
Волховстрой-1				
Отправлено поездов	–	–0,24	0,085	–0,32
Следование лок. бр. резервом		–	0,65	0,27
Следование лок. бр. пассажиром			–	–0,23
Накладное время лок. бр.				–
СПСМ				
Отправлено поездов	–	0,27	0,39	0,71
Следование лок. бр. резервом		–	–0,1	–0,33
Следование лок. бр. пассажиром			–	–0,48
Накладное время лок. бр.				–

Из таблицы видно, что наиболее коррелированы показатели станции Бабаево, наименьшие парные корреляции имеет станция Волховстрой-1.

4. Факторный анализ

Факторный анализ проводится для определения влияния основных факторов на непроизводительные потери. Они представляют собой сумму времени следования локомотивов резервом, локомотивных бригад пассажирами и продолжительность накладного времени. Факторная модель в нашем случае имеет вид

$$R = 96 \cdot x_1 - 1,82 \cdot x_2 + 24,7 \cdot x_3 - 18\,467,1,$$

где R – величина непроизводительных потерь, ч;

x_1 – количество исправных локомотивов;

x_2 – число отправленных поездов;

x_3 – количество локомотивных бригад.

Данная модель показывает, что наибольший удельный вес в непроизводительных потерях имеет фактор количества локомотивов x_1 . Чем их больше при заданных производственных мощностях депо, тем больше возникает организационных проблем, ведущих к потерям. Большие потери свидетельствуют о снижении количества принятых и отправленных поездов x_2 , а рост числа локомотивных бригад x_3 связан с усложнением организации их работы и также вызывает увеличение потерь.

5. Оценки экономических потерь и эффекта от снижения накладного времени локомотивных бригад

Результаты расчетов потерь, возникающих от появления накладного времени, следования бригад пассажиром и резервом, сведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты расчетов потерь

Показатели оценки накладного времени	Волховстрой-1	СПСМ	Бабаево
Потери от накладного времени (общее), руб.	8 233 494	9 250 915	14 409 936
Потери в рублях от следования лок. бр. резервом	84 619 376	88 754 631	21 331 994
Потери от следования лок. бр. пассажиром, руб.	172 178 908	133 681 904	108 087 742
Удельный вес в себестоимости перевозок, %	41,4	36,2	22,4

После ввода в эксплуатацию пункта технического обслуживания локомотивов на станции Бабаево ожидается значительное уменьшение случаев следования локомотивных бригад резервом и пассажиром, однако с большой вероятностью это не повлияет на накладное время. Для сокращения накладного времени может быть предложена мера по организации подготовки локомотивов до прихода локомотивной бригады путем ввода в штат депо дополнительной должности машиниста-прогревальщика. Его задачей является проверка исправности локомотива и полное опробование тормозов поезда.

Затраты на содержание штата «прогревальщиков» составят около 5 млн рублей в год. При обработке каждым «прогревальщиком» 60% от общего количества локомотивов на станции экономический эффект достигнет 19,2 млн рублей.

Введение «прогревальщиков» потребует изменения технологии сдачи-приемки локомотивов и отладки процессов взаимодействия всех частных служб.

6. Разработка предложений по улучшению организации работы станций и локомотивных депо

Статистический анализ показал недостаточный уровень организации перевозочного процесса в звене «станция – депо». К примеру, каждый второй поезд на Коштинском направлении отправляется с появлением накладного времени у локомотивных бригад. Неудовлетворительными являются показатели следования локомотивных бригад резервом и пассажиром. Так, экономические потери от этого на порядок превышают потери от накладного времени.

Корреляционный анализ показал слабую зависимость и степень синхронизации процессов, происходящих на станции и депо. Это говорит о том, что отсутствует систематическая работа по улучшению процессов, а основное внимание уделяется техническому совершенствованию объектов. Факторный анализ показал, что организационная неотлаженность процессов порождает существенные потери.

Обобщая вышеизложенное, можно прийти к выводу, что Октябрьская железная дорога решает транспортную задачу на Коштинском направлении с высокими издержками. Несмотря на большую работу, проводимую в течение ряда лет по внедрению процессного подхода, сектор организации перевозок не охвачен ею в полной мере.

Чтобы оптимизировать управление в этих условиях, требуется организация глубокого мониторинга и анализа показателей перевозочного процесса и влияющих факторов. В этой связи предлагается:

1. Разработать и утвердить методику статистического анализа показателей перевозочного процесса.
2. Подготовить и внедрить единый технологического процесс «станция – депо» с постановкой регламента и определением порядка аудита процесса.
3. Разработать и утвердить метод обоснования и документирования принимаемых оперативных решений.
4. Использовать при технико-экономических обоснованиях проектов результаты статистического анализа, доказывающего необходимость проектов.

Для разработки других предложений необходим технологический аудит процессов подготовки и реализации перевозок на Октябрьской железной дороге. При этом акцент должен быть сделан на работе системы управления и ее методическом обеспечении.

УДК 656

ВОПРОСЫ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА ПРИ ФОРМИРОВАНИИ НОВЫХ ФОРМ РАССЕЛЕНИЯ

М.В. Фёдорова

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» (Санкт-Петербург)

Приводится описание новой формы расселения – конурбации, дана классификация городского пассажирского транспорта; уточнено понятие «скоростной городской транспорт», проведена сравнительная оценка различных видов городского транспорта, обоснована необходимость создания нового вида пассажирского транспорта с точки зрения стратегических и социально-экономических целей и задач развития Санкт-Петербурга; отмечено создание магнитолевитационного транспорта, позволяющего существенно улучшить транспортное обслуживание населения.

Ключевые слова: конурбация, скоростной городской транспорт, магнитолевитационная технология.

1. Конурбация как новая форма расселения

Конурбация – городская агломерация полицентрического типа, т.е. имеющая в качестве ядер несколько более или менее одинаковых по размеру и значимости городов в отсутствие явно доминирующего. Концентрические структуры городов должны исчезнуть, и поселенческое пространство – организовываться на принципе построения конурбаций.

Основой происходящих агломерационных процессов является формирование единой, пространственно и функционально связанной среды, в которой развитая транспортная инфраструктура объединяет в единое целое одно или несколько городских ядер и систему прилегающих центров различного уровня, формируя при этом комфортную среду для проживания (рис. 1).

На протяжении последних лет в Северо-Западном регионе идет формирование городской агломерации с центром в Санкт-Петербурге. Агломерация является «ключевой формой расселения, главными узлами опорного каркаса территориальной организации страны, центрами наращивания и реализации инновационного потенциала» [1].

Процесс формирования агломерации диктует необходимость создания современной системы пассажирского городского транспорта, призванной обеспечить возрастающий спрос на услуги транспортной инфраструктуры.



Рис. 1. Схема организации поселенческой среды – «конурбация»

Пассажирский транспорт, являясь одной из подсистем региональной экономической системы, исполняет роль интеграционного фактора в агломерационных формах расселения. В настоящее время система пассажирского транспорта не имеет единой модели организации [2].

Высокие темпы урбанизации населения требуют изменения количественных и качественных характеристик работы транспорта. Количественная характеристика выражается в наращивании пассажиропотоков; качественная – в увеличении скорости перемещения пассажиров, увеличении вместимости транспортных средств.

Учёные-урбанисты, специалисты в области организации городской среды доказали необходимость смены парадигмы планирования застройки и транспортного развития: постепенно превращать существующие мегаполисы в новые виды конурбаций, характеризующихся специализацией поселений, взаимосвязанных, взаимодополняющих и зависимых друг от друга.

Город должен строиться таким образом, чтобы зоны отдыха, проживания и рабочая зона имели разграничения. Для этого необходима хорошо функционирующая городская система общественного транспорта. Суть идеи в том, что единое городское мультимодальное пространство должно

иметь несколько специализированных центров, связанных между собой, дополняющих и зависимых друг от друга. Это центры промышленные или производственные, жилые, научно-образовательные, транспортно-логистические (ТЛЦ). Человек должен жить в экологически чистой среде за городом. Поэтому производственные, деловые территории, требующие большого скопления людей, должны быть рассредоточены на расстояния в десятки, а то и в сотни километров друг от друга, и при этом транспортная доступность таких территорий не должна превышать одного часа [3, с. 57].

Осуществить предлагаемую схему расселения можно лишь на основе скоростного транспорта, обеспечивающего часовую доступность передвижения населения от дома до работы на расстояние трёхсот километров и более [4, с. 36].

Для вывода мегаполисов из системного градостроительного кризиса, угрожающего формированием в них негативной экологической обстановки, требуется стимулирование использования общественного транспорта путём повышения его скорости и комфортности, соблюдения графиков движения, приближения остановок наземного транспорта к станциям метро [5].

Традиционные виды пассажирского транспорта, такие как метрополитен, трамвай, автомобиль, с интенсивным ростом их объёма не могут обеспечить высокое качество пассажирских перевозок.

Основные недостатки существующих видов городского транспорта:

- низкая комфортабельность, нерегулярность и неудовлетворительная пропускная способность, особенно в условиях пиковых нагрузок;
- низкая скорость сообщения и потери времени в пробках;
- негативное воздействие на экологическую обстановку в городе: шум (при интенсивной работе транспорта достигает 120 дБ) и загрязнение воздуха (ежегодно возрастает в 1,5 раза);
- высокая аварийность, особенно в автомобильном транспорте.

Необходимо искать решения транспортных, а вместе с ними и экологических проблем. Одним из путей решения транспортной проблемы является применение городского скоростного транспорта на основе магнитной левитации.

2. Скоростной городской пассажирский транспорт

Логичным будет предположение, что именно *скоростной транспорт* в состоянии учесть основные аспекты развития городов. К ним относятся:

- градостроительный (сохранение единства крупных городов в условиях их развития);

- социальный (сокращение затрат времени населением на передвижение, снижение числа ДТП, повышение комфортности проживания в различных районах города);
- транспортный (сокращение количества автотранспортных средств и создание резерва провозной способности городского транспорта);
- экологический (снижение интенсивности движения автотранспорта и источников шума);
- экономический (интенсификация использования городской территории за счет повышения плотности застройки, подземной урбанизации, экономии энергоресурсов).

В Стратегии экономического и социального развития Санкт-Петербурга на период до 2030 года («Стратегия 2030») развитие транспортного комплекса Санкт-Петербурга рассматривается в совокупности с задачей улучшения пространственной организации и жилой среды города, связности районов, совершенствования внешних связей мегаполиса [6].

Растущий со стороны экономических субъектов и населения города спрос на объемы, а также качество перевозок определяют высокий приоритет мер по модернизации транспортного комплекса и по увеличению скоростей на основных направлениях [7]. При этом в качестве основных тенденций развития транспортной системы города названы: развитие скоростного городского транспорта, обеспечение круглосуточной связности улично-дорожной сети, создание сети радиального, дугового движения, а также минимизация негативного влияния транспорта на городскую среду и население.

Традиционными видами городского пассажирского транспорта являются автобус, троллейбус, трамвай и пригородно-городской железнодорожный транспорт. В связи с тенденцией разрастания городов-миллионников помимо метрополитена появляются новые виды скоростного городского транспорта: легкорельсовый трамвай (ЛРТ) и транспорт на основе магнитной левитации (МЛТ). Классификация городского пассажирского транспорта представлена на рис. 2.

По нашему мнению, *скоростной городской пассажирский транспорт* – это наземный колёсный транспорт, обеспечивающий движение поездов с маршрутной скоростью 45 (± 5) км/ч и осуществляющий движение по специализированным путям – скоростной магистрали, выполняющий регулярные перевозки пассажиров по установленным и фиксированным на длительный период времени маршрутам. Создание линий скоростного пассажирского движения на основе магнитной левитации станет одной из мер по обеспечению приоритетности развития и преобладания общественного транспорта над индивидуальным автомобильным

транспортом, а также роста финансовой и социально-экономической эффективности общественного транспорта.

По данным института машиностроения и материалов Республики Корея, МЛТ является по многим критериям более предпочтительным, чем традиционные виды городского транспорта (см. таблицу).



Рис. 2. Классификация городского пассажирского транспорта

МЛТ не сможет заменить общественный транспорт, а лишь займёт свою нишу. Магнитолевитационный транспорт целесообразен там, где происходит контакт с плотной застройкой и скапливаются большие пассажиропотоки, которых не в состоянии обеспечить метрополитен. Особенность конструкции маглева в том, что тележка охватывает несущие балки, препятствует сходу с полосы движения (схода с рельс); выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух при движении поездов исключены; уровень шума меньше на 10 дБ, чем у трамвая; вибрация в 8 раз меньше, чем у легкорельсового транспорта. Маглев обладает самой высокой скоростью из всех видов общественного наземного транспорта [9].

В настоящее время предлагаются магнитолевитационные скоростные трассы от Дворца Конгрессов в п. Стрельна до станции метро «Обухово», с ответвлением на комплекс «Балтийская жемчужина» (рис. 3), от станции «Рыбацкая» до Колпино и ряд других.

**Сравнительная оценка трех видов городского транспорта
(по данным Института машиностроения и материалов Республики Корея) [8]**

№ п/п	Параметр, измеряемый в конкретных единицах или оценочно (лучше, хуже, одинаково)	Легкий рельсовый транспорт (трамвай)	Метро	МЛТ
1	Безопасность движения (возможность схода с колеи)	Возможен	Возможен	Не возможен
2	Маршрутная скорость движения (км/ч), остановки через 1 км при ускорении 1,1 м/с ²	20 км/ч ± 5 км/ч	35 км/ч ± 5 км/ч	45 км/ч ± 5 км/ч
3	Провозная способность (чел./день). При работе 48 вагонов на 15-километровой линии (вместимость вагона 115 чел./вагон)	36 800 чел./день, интервал каждые 3'8" (2 ваг. 1 сцепка)	64 800 чел./день, интервал каждые 4'3" (4 ваг. 1 сцепка)	82 200 чел./день, интервал каждые 3'1" (4 ваг. 1 сцепка)
4	Влияние климатических условий на эксплуатацию (снег, гололед)	Высокое	Низкое	Низкое
5	Уровень шума при движении внутри и снаружи, дБ	70/70	70/70	65/65
6	Уровень вибрации при движении	Средний	Средний	Низкий
7	Выделение пыли при движении (металлической, резиновой и т.п.)	Высокая	Высокая	Низкая
8	Совместимость с жилыми зонами (жилыми зонами) и влияние на пассажиров	Неблагополучная (шум, вибрация, пыль)	Неблагоприятная (шум, вибрация)	Нет негативного воздействия
9	Возможность прохода в непосредственной близости и «входа» в общественные здания	Низкая (шум, вибрация, пыль)	Низкая (шум, вибрация, пыль)	Высокая (низкий уровень шума, вибрации, пыли)
10	Стоимость строительства 1 км «под ключ»	20–40 млн \$ США	70 млн \$ США	35 млн \$ США
11	Расход электроэнергии на пасс./место, кВт/вагон-км	3,84	3,84	3,72
12	Эксплуатационные расходы на пассажир/ место (из расчета 80000 пассажиров в рабочие дни недели)	Сопоставимы с эксплуатационными расходами метро	1,73 \$ США	1,13 \$ США

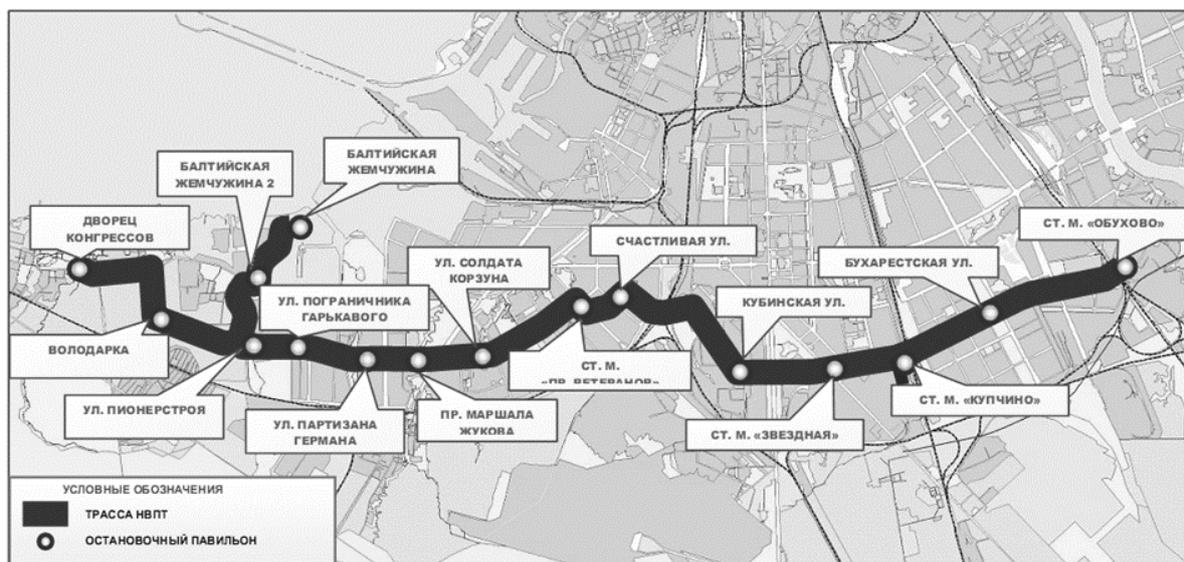


Рис. 3. Дуговая магистраль от Дворца Конгрессов до станции метро «Обухово» на магнитолевитационной технологии

Целью строительства магнитолевитационной трассы, проходящей через территории массовой жилищной застройки и обеспечивающей связи пассажиров со станциями метрополитена, является улучшение транспортного обслуживания. Кроме того, происходит снижение затрат времени на передвижение населения и повышение технического уровня подвижного состава, что существенно влияет на комфортность передвижения пассажиров. Это позволит переключить пользователей легковых автомобилей на линию МЛТ, что снизит загрузку автодорог и уменьшит загрязнение окружающей среды.

Для качественного обслуживания пассажиров магнитолевитационного транспорта предусматривается строительство линии МЛТ и размещение остановочных пунктов в непосредственной близости к застраиваемым территориям. Протяженность эстакад трассы от Дворца Конгрессов до станции метро «Обухово» составит 29 км. Планируется первоначальная установка 14 остановочных павильонов на эстакаде и 5 пересадочных комплексов с возможным повышением количества остановочных пунктов, с сокращением протяженности перегонов от 1,5 км до 1,0 км.

Выполненные расчеты, подтверждающие рентабельность проекта, основываются на следующих аргументах:

1) магнитолевитационный транспорт превосходит по всем техническим характеристикам метро, при этом дешевле более чем в два раза при строительстве и на 30–40% при эксплуатации;

2) стоимость проездного билета устанавливается равной стоимости билета на метро в год ввода в эксплуатацию магнитолевитационного транспорта, а на будущие годы с поправками на инфляционные или дефляционные процессы;

3) основным аргументом служит объем перевозок пассажиров, указанных в проектах ПАО «Ленгипротранс», в количестве 85 591 000 пассажиров на 2025 г.;

4) стоимость строительства 1 км магнитолевитационной трассы в Корейской республике – 35,3 млн \$ США;

5) сметный расчет стоимости строительства трассы «Надземный экспресс» – 39 003 076 тыс. руб. в ценах 2010 г., что сопоставимо даже при курсе рубля на сегодняшний день.

Библиографический список

1. Лаппо Г.М. Агломерации России, инновационный потенциал страны // Grado – журнал о градостроительстве и архитектуре. – 2011. – № 1. – С. 46–49.

2. Пассажирский форум 2015: материалы выступлений докладчиков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://passenger-forum.ru/2015/ru>.

3. Шнейдер М.А. Рынок пригородных железнодорожных перевозок: управление и экономика: монография / М.А. Шнейдер, Е.А. Проскуракова. – СПб.: Издательство ООО «Типография НП-Принт», 2012. – 288 с.

4. Зайцев А.А., Талашкин Г.Н., Соколова Я.В. Транспорт на магнитном подвесе: монография. – СПб.: ПГУПС, 2010. – 160 с.

5. Ларионова Т. Эффект сжатия: интервью с А. Мишариным // Транспорт России. – 2015. – № 6. – С. 1–3.

6. Оценка крупных инфраструктурных проектов: задачи и решения. – М.: ЦСР, 2013. – 31 с.

7. Стратегия экономического и социального развития Санкт-Петербурга на период до 2030 года (утв. постановлением Правительства Санкт-Петербурга от 13.05.2014 № 355).

8. Шин Бён-Чхон. Особенности городского маглева и его применение в условиях городской транспортной системы. – Тэджон: Корейский институт машиностроения и материалов, 2012.

9. Антонов Ю.Ф., Зайцев А.А. Магнитолевитационная транспортная технология / под ред. В.А. Гапановича. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. – 476 с.

РАЗДЕЛ 3. РАЗВИТИЕ ИНФРАСТРУКТУРЫ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ

УДК 656.21

УЧЁТ ПЕРСПЕКТИВЫ В ПРОЕКТАХ РАЗВИТИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЙ И УЗЛОВ

Ю.И. Ефименко, М.В. Четчуев, А.Г. Филиппов

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» (Санкт-Петербург)

Приводится краткий исторический обзор требований для перспективы развития инфраструктуры железнодорожных станций и узлов, содержащихся в нормативных документах, а также научно-исследовательских, проектных и других работах. Представлены сведения о современном подходе к перспективе развития в проектных решениях. Представлены примеры схем поэтапного развития железнодорожных станций и узлов.

Ключевые слова: этапность развития, проектирование, железнодорожные станции и узлы, схемные решения.

Учет перспективы развития является одним из важнейших требований к проектам железнодорожных станций и узлов, а сама идея этого учета прошла длительный путь становления от интуитивных инженерных решений до четких математических обоснований.

Впервые проблема учета перспективы развития возникла при проектировании железнодорожной магистрали Петербург – Москва, когда потребовалось решать такие задачи, как выбор принципиальных схем станций, установление размеров основных устройств и обеспечение возможности дальнейшего их развития. Руководитель проектирования и строительства магистрали П.П. Мельников предложил ряд решений, которые вошли в правила её проектирования. В частности, он считал необходимым проектировать станции так, «чтобы при расширении их не затруднять производство работ» [цит. по: 1].

Далее следует отметить работу И.Ф. Рерберга [2], в которой особое внимание обращалось на необходимость правильного и удобного размещения станционных зданий и возможности укладки второго главного пути на станциях при увеличении размеров движения.

В 1898 г. по докладу Ф.А. Галицинского съезд инженеров службы пути в числе основных принципов проектирования станций отметил: «... Каждый проект станции должен допускать возможность дальнейшего раз-

вития..., узловые и конечные станции следует проектировать с некоторым запасом против пропускной способности прилегающих участков». Кроме того, размеры устройств рекомендовалось рассчитывать не на среднюю, а на максимальную работу [3].

В работах С.Д. Карейши [4, 5], посвященных обобщению опыта переустройства станций из-за увеличения размеров движения и укладки вторых путей, а также допускаясь при этом ошибках, сформулированы принципы, обеспечивающие возможность этапного наращивания путевого развития станций без сноса существующих устройств, которые сохранили свое значение до наших дней. Важнейший из них гласил: «Проект устройства вновь или переустройства путей на станции должен сразу составляться с учетом всех будущих потребностей, причем и на случай, если действительные размеры работы превзойдут ожидаемые. Но на первое время нет надобности укладывать все количество путей, показанных в проекте, а можно ограничиться укладкой лишь части путей».

В 1917 г. инженер Э.Л. Фишер, разрабатывая проект развития Петроградского узла, поддержал предложение С.Д. Карейши о том, чтобы проект развития узла разрабатывать сразу на отдаленную перспективу, а промежуточные этапы развития получать из этого проекта путем устранения элементов, не требующихся на момент реализации каждого этапа [6].

Большую роль в определении перспективы развития сыграли разработка и внедрение в практику проектирования Технических условий проектирования станций. Здесь необходимо отметить, что в дореволюционный период развития железных дорог России специальных технических условий проектирования станций не было. Вопросам проектирования станций отводилось несколько параграфов в технических условиях сооружения и правилах эксплуатации железных дорог. Аналогичное положение было и на железных дорогах зарубежных стран, за исключением Германии, где имелась довольно детально разработанная инструкция для проектирования станций, но носившая необязательный характер.

Признавая важное значение создания подобного документа, Научно-Технический комитет Народного комиссариата путей сообщения, получив в 1921 г. два проекта Технических условий проектирования станций, разработанных независимо друг от друга С.Д. Карейшей и С.Н. Кульжинским, организовал особую комиссию для выработки официальных технических условий проектирования станции (ТУПС), первый выпуск которых был утвержден 24 мая 1926 г. В этом документе [7] указывалось, что «Проект станции должен предвидеть возможность развития без крупных переделок или уничтожения ценных постоянных сооружений. Вместе с тем для под-

держания, в целях экономичности эксплуатации, постоянного равновесия между работоспособностью станции и размерами падающей на нее работы, необходимо:

1) вводить в проект должную постепенность выполнения работ по развитию станции в зависимости от роста ее работы;

2) предвидеть на случай падения работы, постоянного или периодического, возможность временного или постоянного прекращения действия некоторых ее элементов (например, закрытие некоторых ее путей и парков) без ухудшения качества и экономичности работы станции;

3) на средних узловых и больших станциях должна быть предусмотрена возможность укладки путей для возможности установки неприкосновенного запаса в размере 10% рабочего парка дороги.

... Проект средней станции должен предусматривать этапы постепенного развития проектируемой станции..., проектом должна быть предусмотрена возможность укладки вторых путей на перегонах и предельное развитие станций с возможностью примыкания ветвей, и равно развитие обустройств для тягового хозяйства и местных товарных операций.

Все намеченные проектом этапы развития должны быть приведены в виде отдельных проектов с надлежащими пояснительными и экономическими записками, таблицами и расчетами пропускной и перерабатывающей способности станции».

В ТУПС-26 проекты узловых и сортировочных станций должны были рассчитываться на развитие грузооборота в течение 25 лет, а их первая очередь – на грузооборот ближайших 10 лет. Отвод земель под станцию должен соответствовать полному ее развитию.

В начале 1930-х гг. М.М. Протоdjаконовым впервые предложено учитывать эффект от отдаления затрат, и методика этого учета была включена в учебник по изысканиям и проектированию железных дорог [8]. Уменьшение затрат, совершаемых через t лет, М.М. Протоdjаконов предложил учитывать путем умножения на коэффициент отдаления затрат, определяемый по формуле

$$\eta_t = \frac{1}{(1 + E_n)^t}, \quad (1)$$

где E_n – нормативный коэффициент эффективных капитальных вложений.

С 1969 года в Типовой методике АН СССР величину η_t стали именовать коэффициент приведения затрат, а величина E_n , рекомендуемая ранее

в размере 0,1, была заменена на $E_{\text{нп}}$ – норматив для приведения разновременных затрат, равный 0,08.

С переходом к рыночной экономике норматив $E_{\text{нп}}$ заменен нормой дисконта E , а коэффициент приведения именуют коэффициентом дисконтирования затрат и обозначают α_t .

Немаловажную роль учет эффекта отдаления затрат сыграл при подготовке ТУПС-33, в которых были значительно сокращены по сравнению с ТУПС-26 расчетные сроки проектирования. Перспективный грузооборот, «который кладется в основу проекта», должен был даваться минимум на 5 лет, а для сложных узлов – минимум на 10 лет вперед. При этом сохранилось требование планомерного развития станций: «Отдельные этапы развития станции и узла должны получиться из проекта полного развития путем выбрасывания нетребующихся на этих этапах путей и устройств. ... Последующее развитие станции, как правило, должно происходить без коренного переустройства путем лишь постепенного добавления парков и отдельных путей и развития станционных устройств» [9].

Начиная с 1930-х гг. в рамках теории овладения перевозками решался вопрос о запасе мощности устройств при проектировании. Г.И. Черномордик в 1931 г. предложил разделить железнодорожные устройства в зависимости от стоимости повторного переустройства на три группы [10]:

- 1) элементы железнодорожного хозяйства, усиление которых с ростом работы не может быть произведено без их коренного переустройства;
- 2) устройства, имеющие полную возможность этапного усиления почти без какой-либо переделки существующих сооружений;
- 3) устройства, требующие при увеличении их загрузки частичного переустройства.

Из станционных устройств к первой группе были отнесены габаритные размеры депо и размеры крупных вокзалов, ко второй группе – число путей на станциях, оборудование мастерских депо и складские устройства, к третьей группе – мощность верхнего строения пути, полезная длина станционных путей, здания мастерских.

Г.И. Черномордиком введено понятие расчетной мощности устройств и расчетных сроков проектирования, которые были обоснованы в первые послевоенные годы и опубликованы в 1948 г. Расчетную мощность было предложено связывать с определенным годом эксплуатации, который называют расчетным годом, или расчетным сроком.

В основу определения расчетного срока проектирования был положен принцип сопоставления дополнительных первоначальных капиталовложений $K_{\text{доп}}$ на создание некоторого запаса мощности устройства и сто-

имости переустройства $K_{\text{пер}}$ для достижения той же мощности через t лет с учетом приведения затрат. Если

$$K_{\text{доп}} = \frac{K_{\text{пер}}}{(1 + E_{\text{нп}})^t}, \quad (2)$$

то расчетный срок проектирования

$$t = \lg \frac{K_{\text{пер}}}{K_{\text{доп}}} / \lg(1 + E_{\text{нп}}). \quad (3)$$

Полученные таким образом и затем принятые с округлением расчетные сроки проектирования – 10, 5 и 2-й годы эксплуатации сохраняются с некоторыми изменениями до сих пор, хотя из формул (2) и (3) видно, что в них не учитываются эксплуатационные расходы по вариантам. Но и с учетом эксплуатационных расходов предлагаемый метод позволяет рассчитать только целесообразность укрупнения первого (начального) этапа развития станции или узла с целью снижения затрат на повторную организацию строительства. Что касается рекомендаций по другим этапам развития объектов, то здесь следует исходить из метода обоснования поэтапного развития станций, в разработке которого приняли участие ученые ВНИИЖТ, МИИТ, БелИИЖТ, ИКТП и ЛИИЖТ.

Метод основан на использовании динамического программирования и позволяет решать задачу как при росте, так и при снижении объемов работы.

Наиболее надежно задача решается при устойчивом росте объемов работы. В этом случае для определения целесообразности ввода очередного этапа нет необходимости знать размеры работы до конца расчетного периода, что особенно важно в условиях рыночной экономики, когда получить точный прогноз на отдаленную перспективу не представляется возможным.

Здесь необходимо уточнить, на какую перспективу следует рассчитывать развитие станций и узлов. Дело в том, что ни в работах С.Д. Карейши, Э.Л. Фишера, В.Н. Образцова, ни в первых нормах проектирования станций (ТУПС-26 и ТУПС-33), в которых рекомендуется вначале делать проект на полное развитие, а затем из него выделять этапы, не уточняется, к какому сроку относится «полное развитие».

При плановом хозяйстве в СССР развитие крупных станций и узлов рассматривалось на расчетный срок (период суммирования затрат) до 15–20 лет. Но и при таких сроках ошибки прогнозов объемов работы достигали $\pm 30\%$. За рубежом расчетные сроки строго не регламентировались, но, например, сортировочная станция Монреаль в Канаде, сданная в эксплуатацию в 1964 г., проектировалась на 40-летнюю перспективу и успешно работает без переустройств до настоящего времени.

Характерной особенностью современного подхода к определению перспективы является разработка нескольких сценариев развития – оптимистического, пессимистического и среднего вероятного. Для каждого сценария определяют динамику изменения объемов перевозок, объемы строительно-монтажных работ и ориентировочную стоимость строительства.

Как показал анализ, в этих условиях для получения рациональной этапности развития станций и узлов необходимо правильно выбрать принципиальную схему каждой станции, а в рамках этой схемы реализовать такие конструкции горловин парков и связей между ними, которые при наращивании путевого развития потребуют минимальных объемов работ по разборке существующих путей и стрелочных переводов, т.е. развитие парков будет состоять в укладке дополнительных путей рядом с существующими на зарезервированной территории и подключении их к действующим путям.

Анализ схем станций показал, что наилучшие условия для поэтапного развития можно обеспечить в схемах с последовательным расположением парков, в которых каждый парк можно развивать независимо от других.

Развитие станций в узлах необходимо рассматривать во взаимосвязи с развязками подходов, которые следует проектировать также поэтапно с учетом перспективы. Это обусловлено большой стоимостью путепроводов, подходов к ним и отводом земельных участков под строительство, особенно в городах и пригородных зонах, где стоимость земель может отличаться в десятки раз по сравнению со стоимостью земель на удалении от узла [11].

Основным достоинством развития станций с учетом перспективы является минимизация объемов и стоимости работ при реализации этапов, связанных с разборкой существующих путей, стрелочных переводов, демонтажом контактной сети и других устройств и укладкой их на новом месте. Примеры реализации такого принципа показаны на рисунках.

На рис. 1 показана схема поэтапного развития типовой промежуточной станции поперечного типа, приведенная в [12].

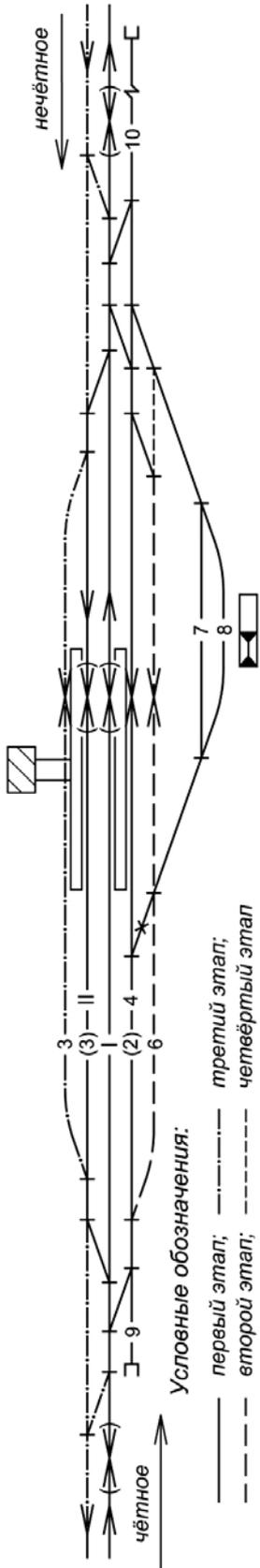


Рис. 1. Схема этапности развития промежуточной станции

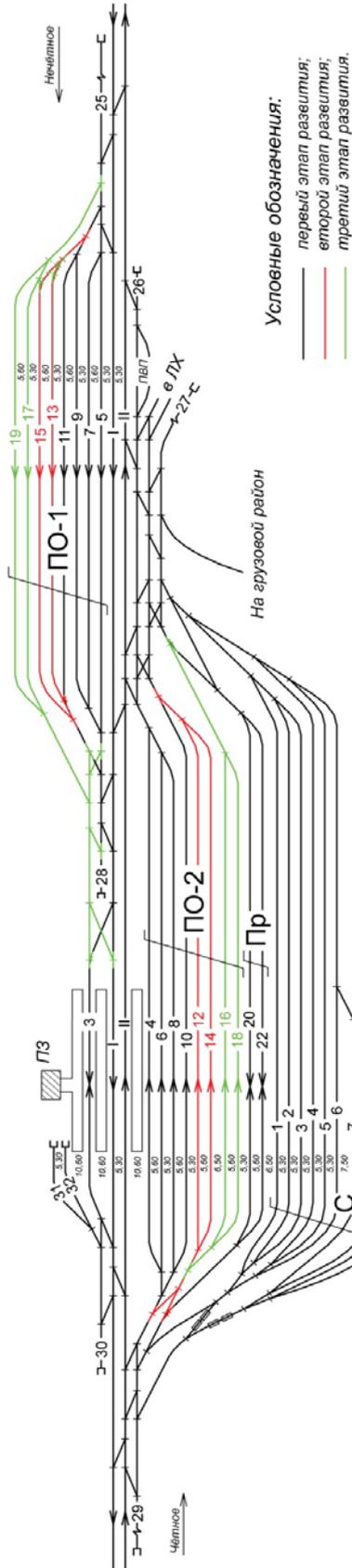


Рис. 2. Схема этапности развития участковой станции

Для промежуточных станций, на которых число приемоотправочных путей при размерах движения до 24 пар поездов принимается равным двум, а при большем числе – трем, учет перспективы заключается в том, что полезную длину путей следует предусматривать такой, чтобы при укладке на станции третьего приемоотправочного пути не приходилось разбирать и переносить ранее уложенные стрелочные переводы для обеспечения нормы полезной длины вновь укладываемого пути, а при сооружении второго главного пути полезная длина нового приемоотправочного пути 3 также обеспечивалась без разборки и перекладки стрелочных переводов на новое место. Реализация этих требований обеспечит необходимость выделения для производства строительных работ минимального числа «окон» в графике движения поездов.

Что касается участковых станций, то наилучшие условия для учета перспективы обеспечиваются в схемах полупродольного типа. В такой схеме смещенный приемоотправочный парк при резервировании достаточного места с внешней стороны можно развивать практически без затруднений. Трудности возникают при развитии приемоотправочного парка, размещаемого рядом с сортировочным парком. Избежать необходимости разборки стрелочных переводов в этом парке можно лишь оставив резерв территории до сортировочного парка для поэтапной укладки максимально возможного числа путей в этом парке, что потребуется в отдаленной перспективе. При этом наращивание числа путей и развитие горловин должно осуществляться исходя из минимальных переустройств существующих путевых устройств.

На рис. 2 представлена схема трехэтапного развития участковой станции полупродольного типа, в которой число путей принято на 20-летнюю перспективу, а развитие горловин на каждом этапе ведется с учетом этой перспективы [13].

На рис. 3 приведены схемы поэтапного развития парков приема и отправления односторонней сортировочной станции с последовательным расположением парков, полностью учитывающие принцип выделения каждого этапа, исходя из отдаленной перспективы развития станции.

Схема поэтапного развития развязок подходов к железнодорожному узлу с параллельным расположением пассажирской и сортировочной станций, к которому в перспективе будут примыкать 3 двухпутных подхода, представлена на рис. 4.

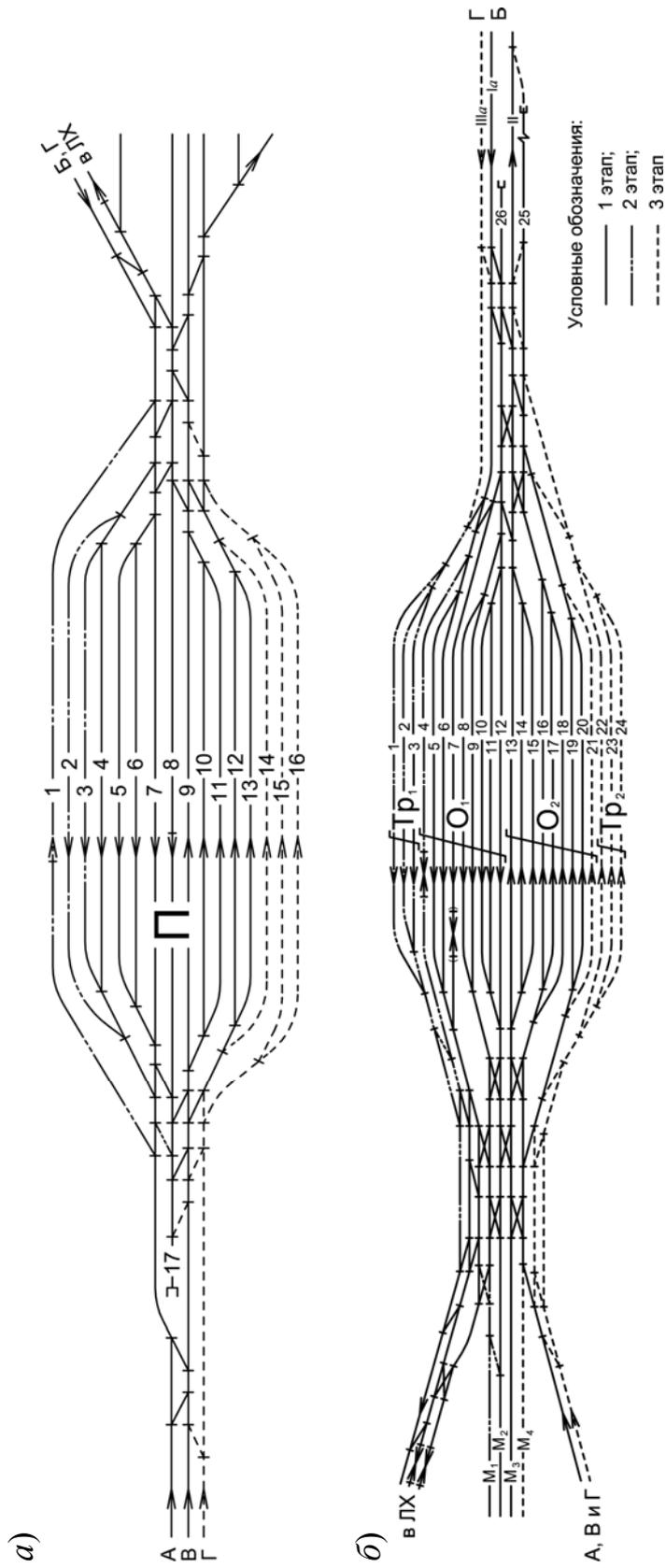


Рис. 3. Схема этапности развития парков приема (а) и отправления (б) сортировочной станции

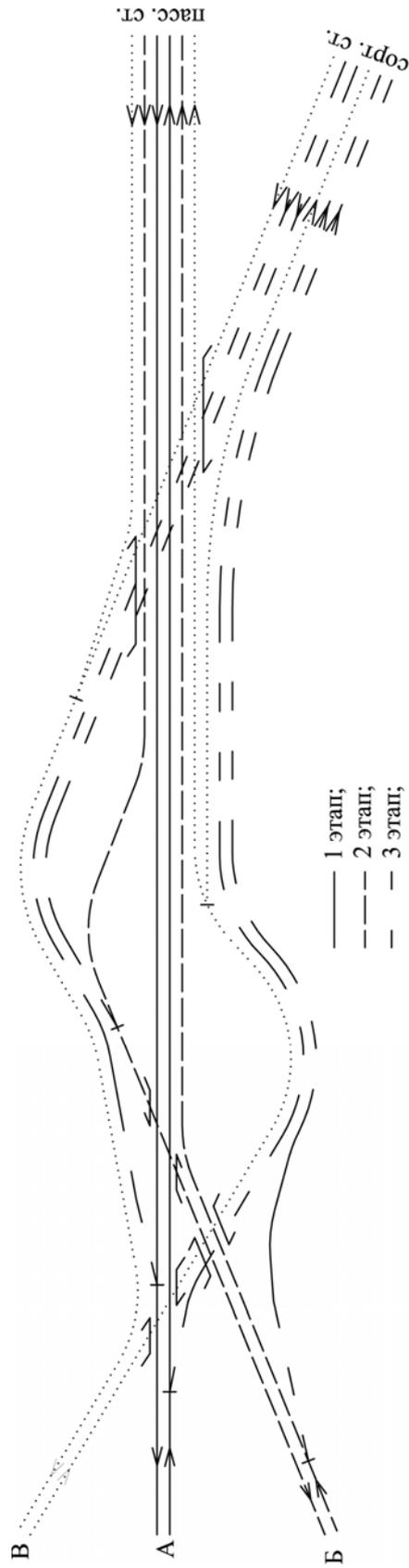


Рис. 4. Схема поэтапного развития развязок подходов к железнодорожному узлу

Таким образом, можно резюмировать, что полностью учесть перспективу развития можно лишь при реализации принципа постепенного (поэтапного) наращивания числа путей в парках станции или узла, исходя из схемы полного развития на максимально возможные размеры движения. Этот принцип особенно эффективен при интенсивном росте объемов работы, что имеет место в развитии инфраструктуры Усть-Лужского транспортного узла и успешно реализуется в проекте развития станции Лужская, разрабатываемого специалистами ПАО «Ленгипротранс».

Библиографический список

1. Воронин М.И. Павел Петрович Мельников. – Л.: ЛИИЖТ, 1959. – 23 с.
2. Рерберг И.Ф. Правила для расположения путей, зданий и прочих принадлежностей при проектировании станций железных дорог. – СПб., 1868. – 28 с.
3. Галицинский Ф.А. Пропускная способность железных дорог и замешательства в движении. – СПб., 1899. – 249 с.
4. Карейша С.Д. Заметки по поводу расположения путей и зданий и укладки стрелочных улиц на станциях. – Киев.: Лито-типография Товарищества И.Н. Кушнерев и К^о в Москве, 1899. – 11 с.
5. Карейша С.Д. О проектировании расположения путей и зданий на станциях железных дорог. – СПб.: Типография Ю.Н. Эрлих, 1902. – 23 с.
6. Фишер Э.Л. Записка об упорядочении путевых устройств железнодорожных станций, в частности Петроградского узла. – Пг., 1917. – 46 с.
7. Технические условия проектирования станций для дорог нормальной колеи. – М.: Транспечать, 1926. – 39 с.
8. Протодьяконов М.М. Изыскания и проектирование железных дорог. – М.: Трансжелдориздат, 1934. – 330 с.
9. Технические условия проектирования станций. – М.: Госжелдориздат, 1933. – 128 с.
10. Черномордик Г.И. Техничко-экономическое обоснование норм проектирования железных дорог. – М.: Трансжелдориздат, 1948. – 152 с.
11. Учет влияния кадастровой стоимости земли, арендной платы и земельного налога на выбор расположения пассажирских технических станций в крупных узлах / П.К. Рыбин, В.В. Романов, И.В. Голоскоков // Актуальные проблемы управления перевозочным процессом. – СПб.: ПГУПС, 2005. – Вып. 5. – С. 34–40.
12. Ефименко Ю.И. Выбор этапности развития промежуточных станций при усилении пропускной способности железнодорожных линий // Проблемы развития станций и промышленных узлов: межвуз. сб. научн. трудов. – М.: МИИТ, 1991. – Вып. 855. – С. 124–130.

13. Ефименко Ю.И., Четчуев М.В. Обоснование рациональной этапности развития горловин железнодорожных станций // Наука и техника транспорта. – 2012. – № 3. – С. 29–36.

УДК 656.2

О ФОРМИРОВАНИИ ПРОГРАММЫ КОМПЛЕКСНОГО РАЗВИТИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПРИПОРТОВЫХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ УЗЛОВ В УВЯЗКЕ С РАЗВИТИЕМ ПОРТОВ НА ПЕРИОД ДО 2030 ГОДА

А.Ф. Бородин

Акционерное общество «Институт экономики и развития транспорта» (Москва)

Для формирования эффективной Программы комплексного развития железнодорожной инфраструктуры припортовых железнодорожных узлов в увязке с развитием портов до 2030 года разработчикам придется решить ряд проблем научно-методического, проектно-технологического и организационного характера. Указанные проблемы подробно рассмотрены в настоящей статье.

Ключевые слова: припортовый узел, железнодорожная инфраструктура, программа развития, железнодорожная станция, терминал.

Введение

Программа комплексного развития железнодорожной инфраструктуры припортовых железнодорожных узлов в увязке с развитием портов (далее – Программа) должна быть разработана на период до 2030 г. как составная часть комплекса мероприятий по развитию вертикали управления движением на основе научно-технических достижений и информатизации, утвержденного ОАО «РЖД». Создание и выполнение такой программы требует выработки ряда решений научно-методического, проектно-технологического и организационного характера.

1. Научно-методические проблемы

Первая проблема – определение границ объекта исследования и проектирования. Существуют взаимосвязанные задачи:

1) распределение перевалки между морскими торговыми портами;

2) оптимизация технологии и технического оснащения:

- морских терминалов;
- железнодорожных подсистем транспортных узлов.

Эти задачи не могут быть эффективно решены в границах припортового узла. Порт не является точкой зарождения и погашения грузопотоков (за исключением случаев организации промышленной переработки грузов на портовой территории). Это приходится учитывать при разработке расчетных грузопотоков. Распределение потоков и развитие инфраструктуры (не только припортового узла, но и дальних подходов к нему) требуют совместного рассмотрения. Грузы пойдут там, где дешевле и эффективнее (и железнодорожная составляющая – только часть процесса их доставки).

Отсюда специализация строящихся морских терминалов должна увязываться с технологией подвода и вывоза грузов и возможностями примыкающих направлений (массовые грузы – маршрутизация и унифицированные полигонные весовые нормы, генеральные грузы – развитие сортировочных станций, контейнеры – пропускная способность и допустимые скорости движения), чтобы минимизировать суммарную потребность в инвестициях для освоения грузопотоков:

- экспортно-импортных,
- транзитных,
- каботажных.

Без методического решения этой проблемы возникнут значительные риски того, что разработчики Программы начнут тратить деньги заказчика и годы собственной жизни на поиски оптимума в системе, границы которой неправильно определены, а направления следования грузопотоков будут подстраиваться под неэффективное размещение терминалов.

Вторая проблема – классификация припортовых транспортных узлов, на базе которой должна определяться возможность развития железнодорожной инфраструктуры, с определением условий этого развития, учитывающих ограничения узла и его элементов.

В первую очередь припортовые транспортные узлы надо подразделить на:

- 1) имеющие перспективу развития железнодорожной инфраструктуры;
- 2) не имеющие такой перспективы из-за городской застройки, природных условий и т.п.

Вторые надо делить на имеющие и не имеющие возможности увеличения грузооборота за счет интенсификации обработки транспортных средств взаимодействующих видов транспорта.

Углубление такой классификации требует рассмотрения следующих функциональных зон припортового узла:

- 1) внешние подходы;
- 2) прибытие и отправление;
- 3) сортировочный комплекс;
- 4) комплекс хранения грузов – складские площади, терминальные емкости;
- 5) подработка групп вагонов по местам погрузки, выгрузки, роду подвижного состава;
- 6) места погрузки, выгрузки;
- 7) места ожидания.

Часть функциональных зон в конкретных условиях может принадлежать как ОАО «РЖД», так и владельцам железнодорожных путей необщего пользования, обслуживающих морские терминалы. Другая часть указанных зон может быть изолированной и общей:

- для нескольких морских терминалов, обслуживаемых одной железнодорожной станцией примыкания;
- для нескольких станций примыкания одного железнодорожного узла;
- для нескольких узлов одного региона железнодорожной сети.

Изолированное, кооперированное либо комбинированное развитие функциональных зон имеет свои положительные и отрицательные свойства. Так, кооперированное развитие снижает суммарную потребность в резервировании мощностей, но усиливает влияние одних терминалов на надежность обслуживания других.

В целом разрабатываемая классификация припортовых транспортных узлов должна обеспечить корректную постановку задачи их развития в части записи целевой функции, управляемых переменных и системы ограничений.

Третья проблема – обоснование эффективных траекторий развития припортовых узлов. Сегодня существуют методика этапности развития железнодорожных объектов и методические разработки по взаимному расположению элементов припортового узла и порта.

Вместе с тем возникают новые задачи, которые невозможно решить известными методами. Необходимы исследования и подготовка методик по вопросам определения условий ввода в эксплуатацию новых элементов структуры (схемы) узла или усиления путевого развития подходов к узлу, внутриузловых соединительных линий и станций (районных парков) узла; определения условий изменения схемного решения порта; влияния взаим-

ного размещения припортового узла и порта на технологию взаимодействия железной дороги и порта; максимального удаления объектов припортового узла от порта с целью создания территориальных возможностей для развития инфраструктуры узла и порта.

Данные методики должны обеспечивать решение задач Программы в условиях, когда ограничены доступные инвестиционные ресурсы и возможные темпы их освоения (по физическим объемам строительных работ). В этих условиях решение должно давать ответ на вопрос: от чего и в какой последовательности отказываться, чтобы максимизировать технологический эффект? Поиск таких решений должен выполняться с учетом приоритетов, диктуемых значимостью того или иного порта для развития страны.

Четвертая проблема – недостаточное развитие теории взаимодействия и регулирования транспортных процессов. Существующие методики оценки взаимодействия станционных процессов развивалась в основном для решения задач расчета резервов мощности станционных технологических линий и емкостей станционных парков, а также нормирования времени нахождения вагонов в пределах станции с учетом неравномерности транспортных потоков и станционных процессов. При этом исходили из необходимости сокращения межоперационных простоев, повышения непрерывности процессов обработки вагонов и, следовательно, ускорения отправления вагонов со станций. Практически не уделялось внимания обоснованию резервов, необходимых для компенсаторного и упреждающего управления продвижением транспортных потоков. Это важное обстоятельство заставляет видоизменить теоретические модели и сформулировать новые практические рекомендации.

Необходимость технологических резервов мощности станционных устройств обусловлена двумя группами факторов:

1) *компенсация неуправляемых воздействий на перевозочный процесс* – внутрисуточной неравномерности движения грузовых и пассажирских поездов, отсутствия чередования прибытия в припортовый узел маршрутных и разборочных поездов, разной продолжительности выполнения одних и тех же операций с разными составами; возникновения отказов технических средств и др.;

2) *обеспечение условий для упреждающих управляющих воздействий на перевозочный процесс* – регулирование продвижения поездов в направлениях, испытывающих эксплуатационные затруднения, согласование подвода грузопотоков к пунктам назначения, порожнего подвижного состава к пунктам погрузки и др.

Классические условия взаимодействия станционных процессов представляют собой неравенства, устанавливающие соотношения между интенсивностью транспортного потока в единицу времени λ и интенсивностью его обслуживания μ . С учетом названных двух групп резервов мощности общий вид этих неравенств будет

$$\lambda \leq (k_1 + \zeta k_2) \mu,$$

где k_1, k_2 – коэффициенты, учитывающие необходимую величину резервов соответственно первой и второй группы; ζ – коэффициент совмещения этих резервов.

Резервы второй группы должны включать:

- резерв приемоотправочных путей для регулирования продвижения организованных поездов;
- резерв сортировочных путей для формирования поездов и групп вагонов по оперативным приказам;
- резерв выставочных путей, позволяющий освободить сортировочные пути от избытка вагонов, ожидающих подачи и (или) отправления, равномерно распределить маневровую работу между горкой, хвостовой горловиной и районными парками.

Пятая проблема – выбор адекватного методического аппарата. Методы обоснования технологических и инфраструктурных решений должны отвечать не только на вопрос «Как изменится среднее время нахождения вагонов в узле?» по категориям вагонопотока, но и на вопросы «Как изменится вероятность того, что время нахождения в узле вагонов заданного назначения не превысит установленной величины?» и «Как изменится вероятность того, что к моменту начала определенной технологической операции количество вагонов заданного назначения в конкретном пункте дислокации будет не меньше установленной величины?».

Без ответов на эти вопросы невозможно обосновать значения контролируемых временных параметров для современных логистических систем транспортировки грузов. При этом необходимо перейти от подсчета суммарных вагоно-часов и средних простоев к оценкам времени нахождения в пределах станций вагонов каждой элементарной струи.

Результирующая перерабатывающая способность припортовых станций и железнодорожных путей необщего пользования, обслуживающих морские терминалы, может изменяться в несколько раз при одном и том же путевом развитии и техническом оснащении в зависимости от

уровня маршрутизации перевозок, доли обезличенного вагонного парка и других характеристик раздробленности вагонопотоков в пространстве и их распыленности во времени.

Математические модели припортовых транспортных узлов, разрабатываемые для решения указанных задач, должны иметь классическое двухуровневое построение:

- сетевая потоковая модель, задающая операции, их взаимосвязи и правила прохождения транспортных потоков;
- имитационная модель, воспроизводящая прохождение транспортных потоков, с фиксацией результатов и их последующей оценкой по простым, пробегным, энергетическим и стоимостным показателям.

2. Проектно-технологические решения

Обоснованию проектно-технологических решений Программы должен предшествовать анализ:

- условий работы и существующих эксплуатационных потерь в припортовых узлах;
- схемных решений припортовых узлов с оценкой их комплектности (припортовая сортировочная станция – портовая станция – районный (выставочно-группировочный) парк – причальные пути (прикордонные и тыловые), оценкой пропускной способности соединительных путей между ними и условий их расположения (план и профиль, нахождение в городской черте, курортной зоне и др.).

Удаление предпортовой сортировочной станции от грузовых районов порта предопределяет необходимость их обслуживания поездным или маневровым порядком – это различные технологии и разные расходы. Протяженность самих грузовых районов в порту, степень растянутости его железнодорожных устройств обуславливается пирсовым, береговым или комбинированным расположением причалов.

В Программе подлежат проработке три варианта уровней развития припортовых транспортных узлов:

1) максимальное развитие – на параметры Стратегии развития морской портовой инфраструктуры России до 2030 года, разработанной под руководством ФГУП «Росморпорт»;

2) исходя из грузопотоков и возможностей развития железнодорожных подходов к припортовым узлам, установленных в Генеральной схеме развития железнодорожного транспорта;

3) минимальное развитие – исходя из оценки доступных инвестиционных ресурсов.

Варианты Программы должны также учитывать, что в перспективе возможно перепрофилирование терминальных мощностей (вынос за пределы городской черты и курортной зоны экологически небезопасных балкерных, химических и наливных терминалов; развитие на их месте терминалов контейнерных, генеральных грузов или Ро-Ро; возможный реверс грузопотоков экспорта, импорта, транзита). Железнодорожная инфраструктура должна обладать запасом инвариантности к подобным процессам.

Закладываемые в расчет сценарии грузопотоков должны учитывать возможное развитие событий по направлению грузопотоков транзита, экспорта, импорта в порты сопредельных государств. Надо учитывать, что экономическая целесообразность здесь возьмет верх над политической конъюнктурой.

Оценке подлежит и сезонность перевозок отдельных родов грузов (как из-за особенностей их производства, так и возможностей водного транспорта – ледовой обстановки и мощности ледокольного флота, обмежением речных судовых ходов) с возможными мерами по ее снижению и (или) «разведению» во времени пиков перевозок различных грузов.

В современных условиях и на перспективу сохраняется потребность в развитии инфраструктуры морских терминалов двух типов:

1) универсальные сухогрузные терминалы с порталными кранами и наличием прикордонных железнодорожных путей – здесь возможно (и нередко эффективно) выполнение перевалки по прямому варианту (вагон – судно, судно – вагон);

2) высокопроизводительные специализированные терминалы, оснащенные специальным перегрузочным оборудованием, где перевалка по прямому варианту невозможна и неэффективна, с выполнением железнодорожных операций на тыловых путях терминала.

Для каждого из этих типов характерны свои технологические требования к железнодорожной инфраструктуре, обслуживающей терминал. В частности, путевая емкость для размещения вагонов обменного парка должна соответствовать оптимальной доле перевалки по прямому варианту для каждого причального комплекса, перерабатывающего грузы определенных родов.

В общем случае стационарный парк выполняет следующие основные функции:

1) технологической линии, обладающей некоторой мощностью по пропуску и (или) преобразованию потоков транспортных единиц (поездов, составов, групп, вагонов);

2) накопительной емкости для образования составов и групп вагонов в соответствии с заданным набором внутренних и внешних предписаний;

3) регулирующей емкости, которая упорядочивает подачу составов и групп вагонов на технологические линии данной станции и отправление поездов в зависимости от условий функционирования внешнего полигона;

4) служебно-технической емкости для отстоя вагонов, не участвующих в перевозочном процессе, технически неисправных вагонов и для других задач, не связанных с перевозками грузов и пассажиров.

Для одного и того же путевого развития четыре названные функции могут динамически перераспределяться, и это должно учитываться в уравнениях баланса мощности отдельного станционного парка и станции в целом.

Для предотвращения последствий дефицита емкости путевого развития существуют два пути:

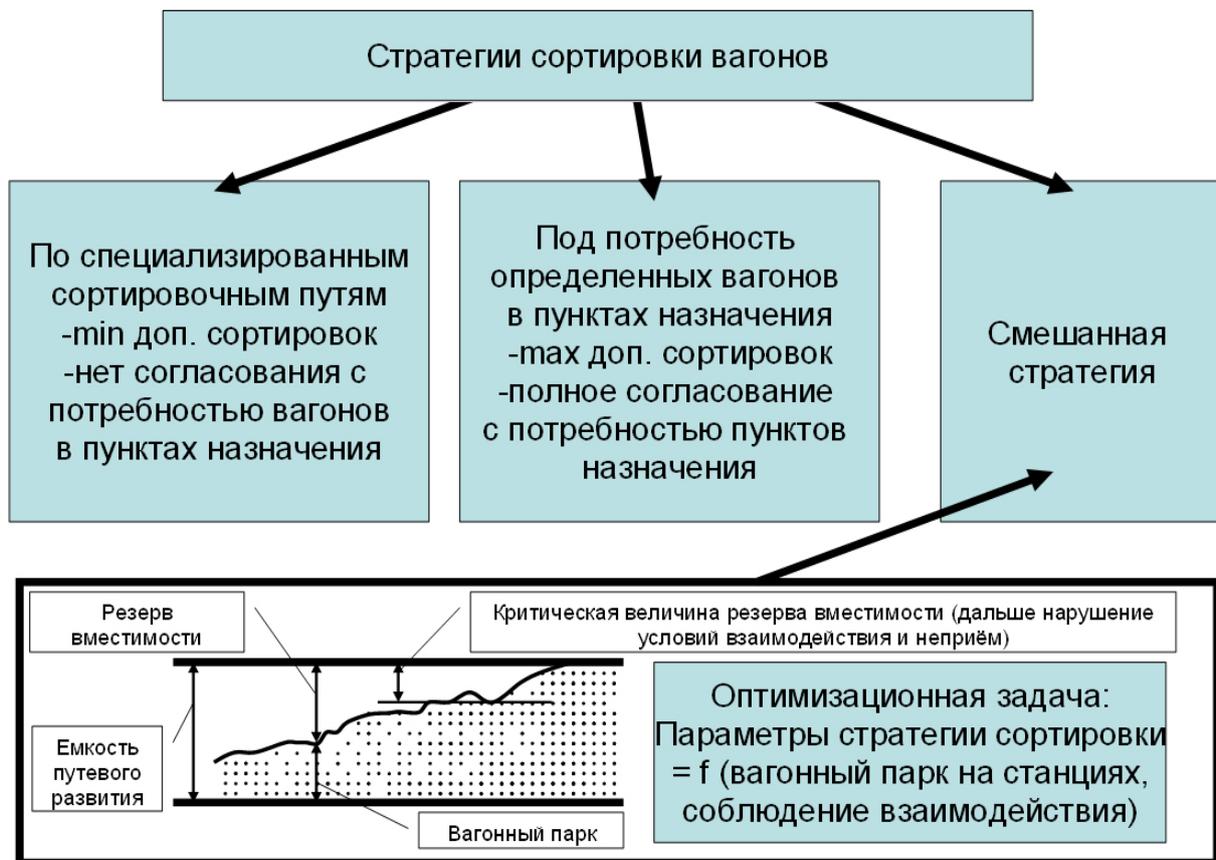
а) экстенсивный (физическое расширение путевого развития);

б) интенсивный (улучшение технологии, заменяющее резервы путевой емкости резервами управления).

Во втором случае для обеспечения соответствия вагонных парков и емкостей путевого развития необходимо прежде всего выбрать рациональную технологию сортировочной работы на предпортовой станции (см. рисунок).

Технология работы припортовых узлов и емкости путевого развития должны обеспечивать:

- эффективную маршрутизацию груженых и порожних вагонопотоков с унифицированными полигонными нормами веса и длины составов;
- комбинированную и групповую маршрутизацию перевозок;
- организацию движения ускоренных грузовых поездов по специализированным расписаниям, в том числе с переходом к движению поездов по технологической схеме «терминал – терминал» вместо схемы «станция – станция».



Технологии сортировочной работы

Таким образом, высокие темпы переработки грузов с заданной эксплуатационной надежностью могут быть обеспечены только при соблюдении следующих условий:

- 1) инфраструктура узла и схемы путевого развития обеспечивают высокую поточность поездных и маневровых передвижений и имеют достаточную емкость для погашения внешней и внутренней неравномерности;
- 2) технология продвижения и обработки вагонопотока обеспечивает минимум маневровых, технических и приемосдаточных операций;
- 3) объединенное оперативно-диспетчерское руководство железнодорожными операциями всего узла консолидирует ресурсы путевого развития, маневровых, вывозных и поездных локомотивов, эксплуатационного штата;
- 4) логистическое планирование работы транспортного узла обеспечивает эффективное оперативное взаимодействие железнодорожного и

морского транспорта, рациональное использование подвижного состава, морского тоннажа и терминальных емкостей.

Два последних фактора имеют особое значение. Исследования показывают, что несогласованность процессов управления может потребовать 2,5–3-кратного увеличения путевого развития и складских емкостей. Поэтому проектные решения Программы должны предусматривать обязательное внедрение современных логистических технологий, информационно-управляющих систем и средств автоматизации.

3. Организационные решения

Разработчикам Программы наверняка придется встретиться с невозможностью найти полноценное практическое решение многих вопросов в рамках ОАО «РЖД». Поэтому в Программе должны найти применение и развитие принципы Единого комплексного технологического процесса работы транспортного узла (ЕКТП).

В настоящее время разработаны и утверждены ЕКТП для Усть-Лужского, Новороссийского транспортных узлов и портов Таманского полуострова. ЕКТП обеспечивает слаженное взаимодействие подразделений ОАО «РЖД», маневрового оператора, операторов морских терминалов, государственных контрольных органов, администрации порта и др.

Необходимо внести предложение в Минтранс России для утверждения Инструкции по расчету наличной пропускной способности железных дорог, действующей в ОАО «РЖД» (№128 от 10 ноября 2010 г.). В данной инструкции впервые регламентирован расчет пропускной способности междупарковых соединительных путей, в том числе имеющих примыкания (включая ведущие к районным паркам и терминалам портов), а также расчет пропускной и перерабатывающей способности специальных устройств на портовых и паромных станциях.

На портовых станциях помимо расчетов, выполняемых для других типов станций, определяют:

- пропускную способность путей районных парков в составах и вагонах в сутки;
- пропускную способность выставочных путей терминалов в составах и вагонах в сутки;
- перерабатывающую способность погрузочно-выгрузочных путей причалов в вагонах в сутки.

На станциях, обслуживающих железнодорожные паромы, определяют пропускную и перерабатывающую способность береговых железнодорожных устройств паромной переправы, в частности:

- перерабатывающую способность сортировочных устройств, выполняющих подборку групп (плетей) вагонов, подлежащих погрузке на паром, согласно карго-плану паромного судна;
- пропускную способность выставочных путей с учетом времени на выставление подобранных групп (плетей) вагонов и длительности таможенного и пограничного контроля (расчет аналогичен расчету пропускной способности путей районных парков);
- пропускную способность подъемно-надвижного моста с учетом подготовительно-заключительных операций и маневровой работы.

С момента своего принятия Программа должна служить основой для технических заданий на проектно-изыскательские работы, для определения параметров технических условий на примыкания путей морских терминалов к магистральной железнодорожной сети.

Чтобы Программа соответствовала этой роли, необходимо наладить системную работу по мониторингу ее реализации и своевременной корректировке с учетом динамичности транспортных связей, оценкой технологических и инвестиционных рисков.

В рамках такой работы следует, в частности, создать имитационные модели основных припортовых узлов для оценки технологии и технического развития и обеспечить их поддержку в актуальном состоянии.

На основе таких моделей и существующих автоматизированных систем надо организовать комплексное информационно-технологическое сопровождение реализации Программы. Очередность выделения и освоения инвестиционных средств при этом должна учитывать издержки строительных подрядчиков, но прежде всего предусматривать проведение этапов работ, максимизирующих технологический эффект и ускоряющих получение экономических результатов.

УДК 656.212.7.001.57+06

ВАРИАНТ ОЦЕНКИ СХЕМНЫХ РЕШЕНИЙ И НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ УЗЛОВ

О.Н. Числов

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения»
(г. Ростов-на-Дону)*

Схемные решения железнодорожных узлов отличаются сложностью и значительным разнообразием. При этом методы оценки путевого развития узловых структур по критериям рациональности и эффективности должны быть взаимосвязаны с существующими транспортно-технологическими процессами. Рассмотрена методика оценки схемы и качества работы объектов транспортной инфраструктуры железнодорожного узла на основе теории графов и теории надежности. Для решения данной задачи разработан перечень основных условных обозначений и моделей путевой инфраструктуры, включающих наличие транспортных связей, представлена последовательность алгоритма и оценочные критерии.

Ключевые слова: железнодорожный узел, схема узла, теория графов, имитационное моделирование, теория надежности, транспортно-технологические процессы, модель узла.

Введение

Методы моделирования и расчета таких сложных систем, как железнодорожные узлы, должны удовлетворять критериям адекватного преобразования особенностей путевого развития во взаимосвязи с транспортно-технологическими процессами работы. Одним из наиболее перспективных направлений имитационного моделирования является комплексный подход на основе теории графов и теории надежности, что позволяет создавать алгоритмы и модели оценки инфраструктурного и технологического развития [1, 2].

1. Методы формализации узловой железнодорожной инфраструктуры

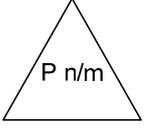
Рассмотрим пример моделирования путевого развития и оценки инфраструктуры крупного объединенного железнодорожного узла «РБ». Объединенный узел относится к комбинированному типу с параллельными ходами, включает 18 станций с 138 приемоотправочными, 121 сортиро-

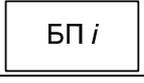
вочными, 85 погрузочно-выгрузочными и 244 прочими путями, имеет три порта. Протяженность главного хода в границах узла составляет 358 км.

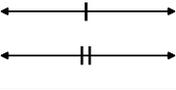
Перечень основных условных обозначений для моделирования путевой инфраструктуры и формул надежности приведен в таблице. Для определения надежности работы элементов путевого развития мы выполнили ранжирование по группам объектов. Данные занесены в таблицу.

Модели элементов путевого развития узла

Наименование элемента	Модель	Обозначение	Интенсивность отказов	Надежность работы	
Станция	А		Железнодорожная станция с указанием наименования, количества главных путей четной и нечетной горловины, общего количества путей для расчета емкости станции	$\lambda(t) = \frac{n(\Delta t)}{N_{\text{сп}} \cdot \Delta t}$	$P(t) = e^{-\lambda t}$

Развязка	Р		Путепроводная развязка: n – количество верхних путей на пересечении, m – количество нижних путей на развязке	$\lambda(t) = \frac{n(\Delta t)}{N_{\text{сп}} \cdot \Delta t}$	$P(t) = e^{-\lambda t}$

Блок-пост	Б П		Блок-пост: i – количество путей	$\lambda(t) = \frac{n(\Delta t)}{N \cdot \Delta t}$	$P(t) = e^{-\lambda t}$

Ж.-д. участок	А- В		Однопутный и двухпутный ж.-д. участок	$\lambda(t) = \frac{n(\Delta t)}{N \cdot \Delta t}$	$P(t) = e^{-\lambda t}$

Мост (путепровод)	М		Железнодорожный мост (путепровод): i – количество ж.-д. путей; j – количество магистралей других видов транспорта	$\lambda(t) = \frac{n(\Delta t)}{N_{\text{сп}} \cdot \Delta t}$	$P(t) = e^{-\lambda t}$

Пром. объект	П		Промзона (пром.объекта): i – количество предприятий	$\lambda(t) = \frac{n(\Delta t)}{N \cdot \Delta t}$	$P(t) = e^{-\lambda t}$

Интенсивность отказов по статистическим данным об отказах определяется по формуле [3]:

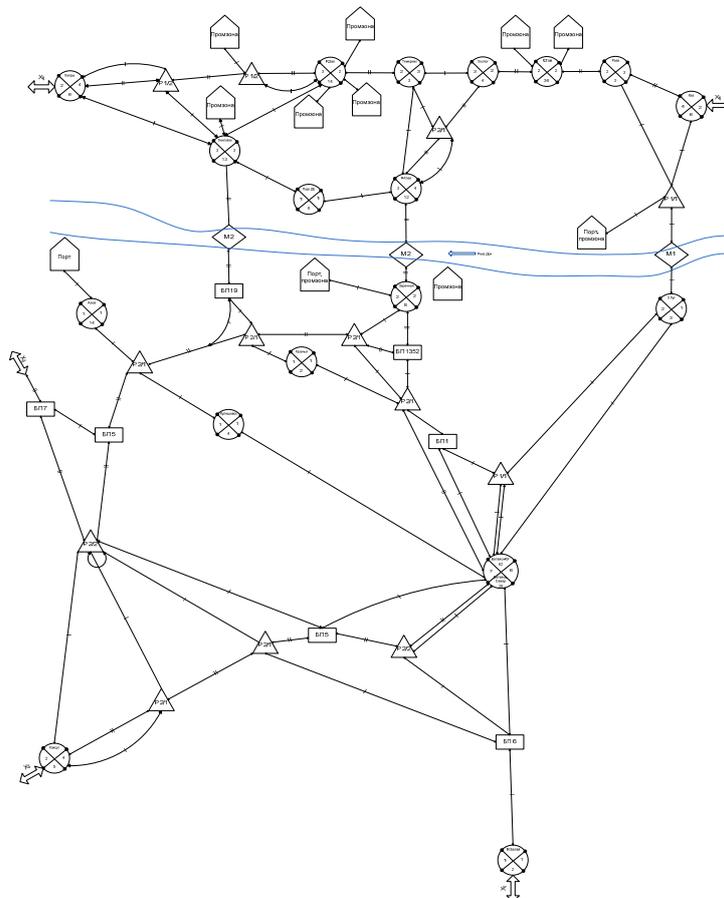
$$\tilde{\lambda}(t) = \frac{n(\Delta t)}{N_{\text{ср}} \cdot \Delta t},$$

где $n(\Delta t)$ – количество отказавших объектов в интервале времени Δt ; $N_{\text{ср}}$ – среднее количество исправно работающих объектов в интервале времени Δt . Вероятность безотказной работы определяется по формуле $P(t) = e^{-\lambda t}$. Вероятностная характеристика интенсивности отказов определяется из выражения

$$\lambda(t) = \frac{\alpha(t)}{P(t)},$$

где $\alpha(t)$ – частота отказов. Среднее время наработки системы до первого отказа $\tilde{T}_{\text{ос}} = 1/\lambda_{\text{ср}}$.

Тогда, в соответствии с разработанной методикой, модельная схема объединенного узла примет вид, показанный на рисунке.



Вероятностная модель железнодорожного узла

2. Оценка схемных решений и надежности работы узловых объектов

В узловую систему поступают заявки на обслуживание [1, 3]. Это прибывающие и отправляющиеся поезда, подачи, вагоны, одиночные локомотивы. Методы теории надежности используют понятия: среднее время отказа; среднее время безотказной работы; среднее время восстановления; среднее время задержки одной транспортной единицы; вероятность безотказной работы; вероятность отказа и др. Данные понятия имеют полный смысл только для элементов узла, к которым применимо понятие «отказ». Для всего узла они не имеют полного смысла, так как отказы отдельных элементов приводят лишь к некоторому снижению общей эффективности, а не к полной потере работоспособности узла в целом. При последовательном соединении объектов управления, надежности p_1, p_2, \dots, p_n блоков приводят к следующей надежности P системы:

$$P = p_1 \cdot p_2 \cdot \dots \cdot p_n.$$

В случае параллельного соединения – к надежности P' системы:

$$P' = 1 - (1 - p_1)(1 - p_2) \dots (1 - p_n).$$

Для характеристики степени надежности системы примем вероятности распределения продолжительности интервалов времени между поступлением заявок (прибытием поездов) объектов узла на обслуживание и время безотказной работы всей системы, которые подчиняются закону Пуассона. Рассмотрим функцию времени безотказной работы $R(t)$ как некоторой случайной величины ξ – времени безотказной работы технического устройства в целом: $R(t) = P(\xi > t)$, при $t \geq 0$. Если принять $\xi \sim E(\lambda_r)$, то $R(t) = e^{-\lambda t}$. Так как $\xi = \min\{\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n\}$ и для всякого $t > 0$

$$P(\xi > t) = P(\xi_1 > t) \cdot P(\xi_2 > t) \dots P(\xi_n > t),$$

то, с учетом вышесказанного, вероятность разрывов между поступлениями заявок для последовательно соединенных объектов

$$R(t) = P(\xi > t) = e^{-\lambda_1 t} \cdot e^{-\lambda_2 t} \dots e^{-\lambda_n t} = e^{-(\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n)t},$$

где λt – среднее прибытие заявок за время t . Для параллельно соединенных объектов в транспортной системе узла

$$R'(t) = P'(\xi > t) = 1 - P(\xi < t) = 1 - P(\xi_1 < t, \xi_2 < t, \dots, \xi_n < t) = 1 - (1 - e^{-\lambda t})^n.$$

Получено, что надежность работы объединенного узла составляет 0,941, продолжительность отказов по существующему положению в случае технологических сбоев и нарушений может составить не более 5,7 дня в году.

Заключение

Исследования надежности работы узловой инфраструктуры позволяют сделать вывод о степени насыщенности схемы параллельно работающими блоками (обходами, соединительными линиями, развязками) и давать предварительные указания на перспективное увеличение количества железнодорожных станций и развитие схемы в целом.

Библиографический список

1. Лоу А., Кельтон В. Имитационное моделирование [*Simulation Modelin-gand Analysis*]. – СПб.: Питер, 2004. – 848 с.
2. Персианов В.А. [и др.] Моделирование транспортных систем / В.А. Персианов, К.Ю. Скалов, Н.С. Усков. – М.: Транспорт, 1978. – 208 с.
3. Горелик А.В., Ермакова О.П. Практикум по основам теории надежности: учеб. пособие. – М.: ФГБОУ УМЦ ЖДТ, 2013. – 133 с.

УДК 338.47

МИРОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

А.В. Логачева, М.А. Гладкова

*Высшая школа менеджмента Санкт-Петербургского государственного университета
(Санкт-Петербург)*

Представлен краткий обзор практик формирования государственных программ развития транспортной инфраструктуры, выявлены общие тенденции, определены основные проблемы. Рассмотрены наиболее значимые задачи развития транспортной инфраструктуры: расширение государственно-частного партнерства в сфере финансирования проектов транспортной инфраструктуры, повышение производительности труда за счет применения новых технологий в строительстве, контроль экологической составляющей проектов. Определены наиболее значимые направления реализации программ развития инфраструктуры.

Ключевые слова: развитие транспортной инфраструктуры, мировые тренды.

Инфраструктура – структурная база, от которой зависит рост уровня жизни общества и страны на каждом этапе ее развития. Для реализации макроэкономических задач развития современной и эффективной транспортной инфраструктуры, разрабатываются стратегии и программы развития на уровнях отдельных стран, а также их объединений. Подобные документы формируются и в Российской Федерации, например, с 2008 года постоянно отслеживается и обновляется Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года, кроме того, отдельные программы разрабатываются на региональном уровне. Целью данного исследования было проследить и сопоставить основные тенденции принципа формирования подобных документов стратегического развития и предложить рекомендации по усовершенствованию подхода к разработке Транспортной стратегии Российской Федерации.

В 2013 году компания Ernst&Young совместно с Urban Land Institute подготовили международный обзор развития инфраструктуры «Infrastructure 2013: Global Priorities, Global Insights», где было описано текущее состояние инфраструктуры стран, основные задачи, стоящие перед ними, а также перспективы развития [1]. Что касается развивающихся стран, то они в первую очередь нацелены на развитие транспортных проблем, а также улучшение в сфере систем водо- и энергоснабжения [2]. Развитые страны, такие как США и страны Европы, ставят задачи поддержания и модернизации некогда продвинутых, но уже существенно устаревших транспортных систем в условиях крайней ограниченности финансовых ресурсов. Даже страны, имеющие достаточное финансирование в сфере транспортной инфраструктуры, не могут реализовать все проекты. Единственной страной, осуществляющей крупномасштабные проекты транспортной инфраструктуры, является Китай, но, к сожалению, не все из этих проектов имеют достаточный уровень качества проработки, что повышает риски и неизбежно удорожает обслуживание такой инфраструктуры.

Одним из инструментов, позволяющих находить финансирование проектов транспортной инфраструктуры, является государственно-частное партнерство. Основными соинвесторами в таких проектах становятся суверенные фонды и крупные финансовые институты, ориентированные на надежные вложения, которые бы превышали доход от размещения средств в государственных облигациях и обеспечивали страхование инфляционных рисков.

В качестве тенденции также можно выделить развитие инфраструктуры в крупных мегаполисах, которые на данный момент зачастую перенаселены и испытывают сложности с поддержанием уровня надежности

снабжения. Перспективной стратегией должно стать применение концепции «умных городов», которая ориентирована на применение новейших технологических достижений, направленных на поддержание или повышение уровня жизни населения и использование новых форм коммуникации. Что касается остальных регионов, второго и третьего эшелонов развития, сельскохозяйственных регионов – они нуждаются в удовлетворении базовых потребностей в сфере снабжения и транспортной инфраструктуры. Таким регионам необходима эффективная транспортная система, позволяющая обеспечить возможность перемещения товаров и потоков пассажиров.

Крайне важным трендом в формировании стратегий является отслеживание экологической составляющей. Обязательным для каждого из таких документов является раздел экологической безопасности и обеспечения устойчивости инфраструктуры. Применение новых видов сырья, а также современных технологий способно не только снизить уровень загрязнения экологической среды, но и сократить издержки в долгосрочной перспективе. Кроме того, учет экологических последствий зачастую является способом защиты от изменений климатических условий, которые, в свою очередь, являются определяющими для стратегии развития. Поиск финансирования такого рода проектов по обеспечению устойчивости инфраструктуры к природным условиям оказывается наиболее сложным, так как они не приносят дохода.

Следующей проблемой транспортной инфраструктуры является ограниченность ее жизненного цикла. Срок эффективного использования дорог и мостов в среднем не превышает 40–50 лет. На данный момент многие из развитых стран как раз столкнулись в этой проблемой, не говоря уже о России, где основные масштабные проекты по транспортной инфраструктуре осуществлялись в советские времена. Развитие инфраструктуры для возможности массовых перемещений также является и формой защиты окружающей среды, так как позволяет использовать объекты массового транзита, снижая уровень загрязнений от индивидуальных транспортных средств и применяя альтернативные источники энергии.

Согласно результатам международного исследования McKinsey «Infrastructure productivity: How to save \$1 trillion a year» [3], проекты транспортной инфраструктуры часто переоценены и их финансирование не является эффективным. Основной причиной неправильного планирования затрат является долгий срок согласования и реализации проектов, что неизбежно ограничивает возможности применения наиболее эффективных технологических решений.

Зачастую принцип выделения финансирования на инфраструктурные проекты носит исторический характер, т. е. сумма сохраняется в относительно постоянном соотношении к ВВП, что не всегда является эффективным. Ввиду наличия государственного регулирования в сфере развития инфраструктуры предпочтение отдается строительству новых объектов, а не восстановлению существующих с целью обеспечения их надежности. Такая политика приводит к высоким затратам и наличию заброшенных объектов, наносящих существенный вред окружающей среде. Уровень технологического развития в сфере инфраструктурных проектов существенно отстает от остальных областей, за последние 40 лет производительность труда осталось практически на том же уровне. Очень распространенной является проблема использования нелегальной рабочей силы при строительстве объектов инфраструктуры, это вынуждает проектировщиков применять устаревшие методы для снижения рисков нарушения условий безопасности при реализации проектов. Такие методы теории менеджмента, как дизайн, ориентированный на сокращение затрат, другие продвинутые принципы технологического дизайна, а также обеспечение бережливого процесса реализации проектов применяются крайне редко.

Можно выделить несколько мер, которые послужили бы повышению эффективности проектов транспортной инфраструктуры:

- оптимизация портфеля проектов;
- усовершенствование процедур согласований, в частности, получения прав на землю;
- программы поддержания объектов инфраструктуры.

Оптимизация портфеля проектов. Наиболее частым решением в выборе приоритетного направления финансирования является реализация одного проекта, позволяющего решить текущую проблему, например, строительство трассы, ведущей в мегаполис. Подобный подход не должен быть базовым, так как необходимо учитывать все альтернативные решения и быть готовым к последствиям, возникающим в результате реализации таких срочных проектов. Основной ошибкой здесь является отсутствие объективной метрологической базы, позволяющей выбирать приоритетные направления развития. Например, в Сингапуре применяется оценка социального эффекта от каждого проекта, а именно, каждый объект инфраструктуры должен использоваться на 70% в качестве общественного транспорта или обеспечивать транзит пассажиров.

Усовершенствование процедуры согласований. Зачастую согласование прав на использование земельных участков под объекты инфраструктуры составляет порядка 10 лет, при этом причиной этого является слож-

ность процедур согласования и большая численность задействованных инстанций. Примеры различных стран показывают, что сокращение этих сроков возможно до 1 года, как, например, в Австралии, где была не только упрощена система согласований, но и создан судебный орган, занимающийся именно вопросами установления прав на землю под строительство объектов инфраструктуры. Создание органа управления всеми вопросами инфраструктуры, отслеживающего социодемографические цели, является необходимым для выстраивания приоритетов проектов. Внесение большей ясности в процессы согласования и единого контроля позволит привлекать частных инвесторов к большему числу проектов.

Программы поддержания объектов инфраструктуры. Решение о строительстве новых объектов инфраструктуры редко сопровождается решением об утилизации прежних объектов, а также не часто в качестве альтернативы рассматривают проекты восстановления и расширения прежних объектов. Такого рода решения приводят к удорожанию проектов.

Во многих странах мира была выработана 20-летняя модель поддержания состояния тротуаров. В Сеуле увязали все системы городской инфраструктуры – движение общественного транспорта, сбор информации о штрафах и внедрили интегрированную систему управления движением. Использование всех возможных инструментов решения проблем инфраструктуры, а также постоянный анализ альтернатив является неотъемлемой частью управления.

В заключение необходимо отметить, что формирование любой программы развития транспортной инфраструктуры должно начинаться с анализа социодемографических условий, который позволит сформулировать цели развития системы и правильно расставить приоритеты.

Библиографический список

1. Infrastructure 2013: Global Priorities, Global Insights. Washington,. D.C.: Urban Land Institute, 2013.
2. European Commission. Directorate-General for Energy, Ethniko Metsovio Polytechneio (Greece). European energy and transport: Trends to 2030. – European Communities, 2003.
3. Dobbs R. et al. Infrastructure productivity: How to save \$1 trillion a year. McKinsey Global Institute // McKinsey Co., January, 2013.

УДК 656

РЕЛЬСОВЫЙ ТРАНСПОРТ В КАЛИНИНГРАДЕ – ГОРОДЕ ЧЕМПИОНАТА МИРА-2018

Э.В. Шабарова

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» (Санкт-Петербург)

Тема и цель публикации определены необходимостью решения проблемы максимального использования существующей железнодорожной сети в Калининграде в период проведения Чемпионата мира по футболу 2018 года (ЧМ-2018), а также необходимостью разрешения существующего транспортного кризиса в ряде городов России. Для этого следует определить способ организации и эксплуатации сравнительно «коротких» скоростных внутригородских и пригородных перевозок пассажиров на рельсах в «городских электричках» типа S-Bahn (Stadtschnellbahn), особенно на направлении «город – аэропорт». Параллельно можно решить существующую для России задачу повышения эффективности пригородных железных дорог и отказа от снятия многих пригородных поездов. Публикация основана на материалах, полученных в результате участия автора в экспертизе комплексной транспортной системы (КТС) Калининграда и в разработке (декабрь 2014 г.) транспортной концепции Генерального плана Калининграда на 2018-2035 гг. на стадии обоснования инвестиций.

Ключевые слова: комплексная транспортная система, интеграция, имплементирование, компетенции, инновации, пассажирская логистика, внеуличный городской транспорт, городская скоростная железная дорога, низкопольный трамвай.

1. Цели транспортной инфраструктуры в Генплане Калининграда на 2018–2030 гг.

К главным целям транспортной концепции Калининграда относятся:

- превращение города в современный, высокоэффективный, деловой, транспортно-логистический, туристический, образовательный, спортивный центр государственного и европейского уровня;
- создание условий для устойчивого социально-экономического развития территории города и области, повышение качества жизни населения, создание благоприятной среды проживания, труда и отдыха;
- комплексное решение экологических проблем, проведение мероприятий по сохранению зеленых зон и охране природы, минимизация отрицательного воздействия транспорта (прежде всего за счет сокращения автотранспорта) на планировочную структуру и окружающую природную и искусственную среду.

При разработке Генерального плана учитываются следующие требования Международной футбольной федерации к транспорту ЧМ-2018:

1) обеспечение удобного подъезда к стадиону («Балтика»), вокзалам (Южному и Северному), аэропорту (Храброво), гостиницам и тренировочным площадкам, к фанзонам при достаточной пропускной способности транспортных магистралей, велосипедных и пешеходных дорожек;

2) организация выделенных полос для аккредитованного автотранспорта по маршрутам;

3) возможность разделения потоков групп болельщиков на дифференцированных маршрутах;

4) автоматизированная система управления дорожным движением, включая реверсное;

5) использование транспортного парка с малыми выбросами и шумами, с низким полом;

6) удобное расположение и достаточная вместимость парковок для всех категорий участников;

7) эффективная система указателей движения на двух языках.

Для достижения цели нужно привести в соответствие международным стандартам существующую транспортную инфраструктуру на базе инновационной модернизации; создать современный транспортно-логистический комплекс Hi-Tech с преимущественным развитием рельсового транспорта для грузовых и пассажирских перевозок, обеспечив приоритет общественного пассажирского транспорта. С позиции системной методологии выделены 3 уровня транспортных задач: *макроуровень* – как интермодальный центр транспортной логистики Российской Балтики (региональный и внешний транспорт) в Балтийском регионе (11 стран), *мегауровень* – как центр анклава (областной, пригородный и внутригородской транспорт) и *микроуровень* – как город проведения игр ЧМ-2018 (общественный транспорт, такси, велосипед, легковой автомобиль и пешеходные аллеи в условиях максимальной пиковой нагрузки).

2. Анализ существующего состояния транспорта

2.1. Общие сведения

Отправной точкой анализа должны стать некоторые фактические данные по городу и области, которые оказывают влияние на формирование транспортной инфраструктуры в целом и подготовку её к ЧМ-2018:

- возраст города (с 1255 г.): требуется сохранить историческую структуру;
- площадь – 223,3 кв. км (области – 15,1 тыс. кв. км): требуется плотная сеть транспорта;
- население города – 433,5 тыс. чел. (области – более 930 тыс. чел., городское население 80%): средний по размеру город, требующий максимального развития трамвая, а не метро;
- численность работающих: 203 тыс. чел.: ярко выраженная суточная неравномерность трудовых пассажиропотоков;
- число хозяйствующих субъектов – 34101 ед. (в том числе 2979 предприятий транспорта – 8,7%): «распыление» по городу, требующее разветвления сети;
- миграционный прирост – 7,6 тыс. чел./год: необходимо развитие внешнего транспорта;
- количество СП – около 2 тыс., из них 810 с иностранным участием из 62 государств: необходимость развития интермодального транспорта.

Решению поставленных задач способствует благоприятное экономико-географическое положение города: расстояние до Москвы – 1130 км, Санкт-Петербурга – 970 км, Пскова – 800 км; до Гданьска – 160 км, Гдыни – 188 км, Вильнюса – 350 км, Риги – 390 км, Варшавы – 400 км, Минска – 550 км, Берлина – 600 км, Стокгольма – 650 км, Копенгагена – 680 км. Инвестиции в организации транспорта в 2012 г. составляли 3,3 млрд руб. (23,4% от общего объема); платные транспортные услуги населению – 1,05 млрд руб. из общего объема 2,72 млрд. руб.; логистический индекс (фактор глобализации ТС Калининграда и стран Балтии и легкость организации бизнеса) выше средне российского, но ниже, чем в ЕС.

2.2. Характеристика внешнего транспорта

На рис. 1 представлена схема внешнего транспорта Калининграда, основная особенность которого – дифференцированная разветвленность и примыкание к транспортным сетям окружающих развитых стран: редкий регион России имеет участки двух международных коридоров. Все это представляет основные предпосылки развития транспортно-транзитного бизнеса даже в условиях анклавности.

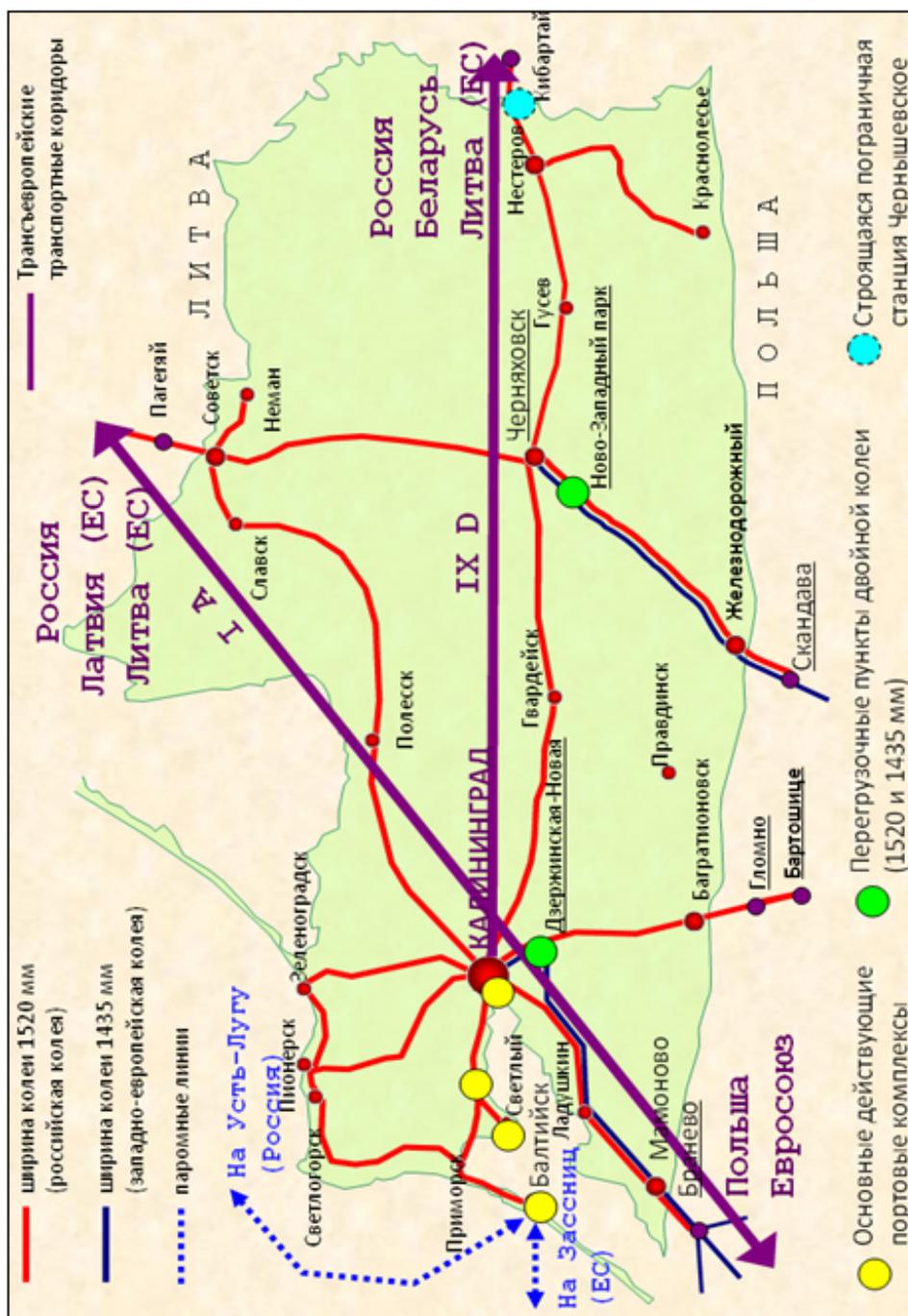


Рис. 1. Схема внешнего транспорта Калининграда

Область имеет самую плотную в России сеть международных транспортных коридоров (МТК) для развития транзитного, интермодального (грузового и пассажирского) транспорта:

1. Критские МТК: *I, IA* (ВиаБалтика), *IXB* и *IXD* (ВиаГанзеатика).
2. Балтийский МТК: Петербург – Усть-Луга – Балтийск – Засниц (паромно-морская версия).
3. Скандинавский МТК: Балтийск – Карлскруна (паромно-морская версия).

Существующая сеть участков МТК имеет перспективы развития за счет присоединения к коридорам «Норвежская хорда» и «Датская дуга», «Восток-Запад» и «Rail Baltica» (GPRB), к европейским «зеленым чистым GGP», а также за счет участия в системе интермодальных контейнерных поездов «ВИКИНГ», «ВИЛЬНЮС SHUTTLE» и «Клайпеда – Калининград – Москва». Главным видом транспорта в них является железнодорожный.

Калининградский железнодорожный транспорт (КЖД) имеет протяжённость – 756 км. Особенность КЖД – наличие двухколейной сети: 1435 и 1520 мм и развитая сеть станций, остановочных пунктов и посадочных платформ. В Калининграде есть 2 вокзала: станция Калининград-Северный (Северный вокзал) обслуживает поезда, соединяющие Калининград с курортами области – Зеленоградском, Светлогорском и Пионерском и главная станция Калининград-Пассажирский (Южный вокзал) высокого европейского уровня (не используемого до конца) обслуживает поезда дальнего следования и пригородного сообщения. Схема железнодорожной сети города Калининград представлена на рис. 2.

Морской транспорт (рис. 3) в регионе представлен незамерзающим портом, двумя морскими портами в городе (торговый и рыбный) с шестью терминалами для нефтепродуктов и двумя для зерновых грузов; портами в области – Балтийск, Светлый, Приморск; паромными сообщениями с немецким портом Засниц, с портом Усть-Луга и портом Санкт-Петербург.

Канально-речной транспорт представлен реками Преголя, Дейма, Матросовка, Неман и Полесским каналом. Имеется проект развития внутренней водной сети (Лава, Мазурский канал – западное продолжение Немана до посёлка Морское), и разработан проект организации судоходства по Куршскому заливу.

Автомобильный транспорт, использующий хорошо развитую европейскую дорожную сеть, представлен грузовым и пассажирским транспортом с регулярным автобусным сообщением с Польшей, Чехией, Германией, странами Балтии, Белоруссией. Имеются 2 международных автовокзала. В 2014 г. общее количество автосредств составило 176924 ед. (2330 – мотоциклы, 149746 – легковые автомобили, 12386 – пикапы, 1944 –

способностью – 6 тыс. пасс. в сутки, время следования – 40 мин. Организован маршрут 243Э «Светлогорск–Аэропорт». Время в пути на такси и автомобиле от 20–30 мин.

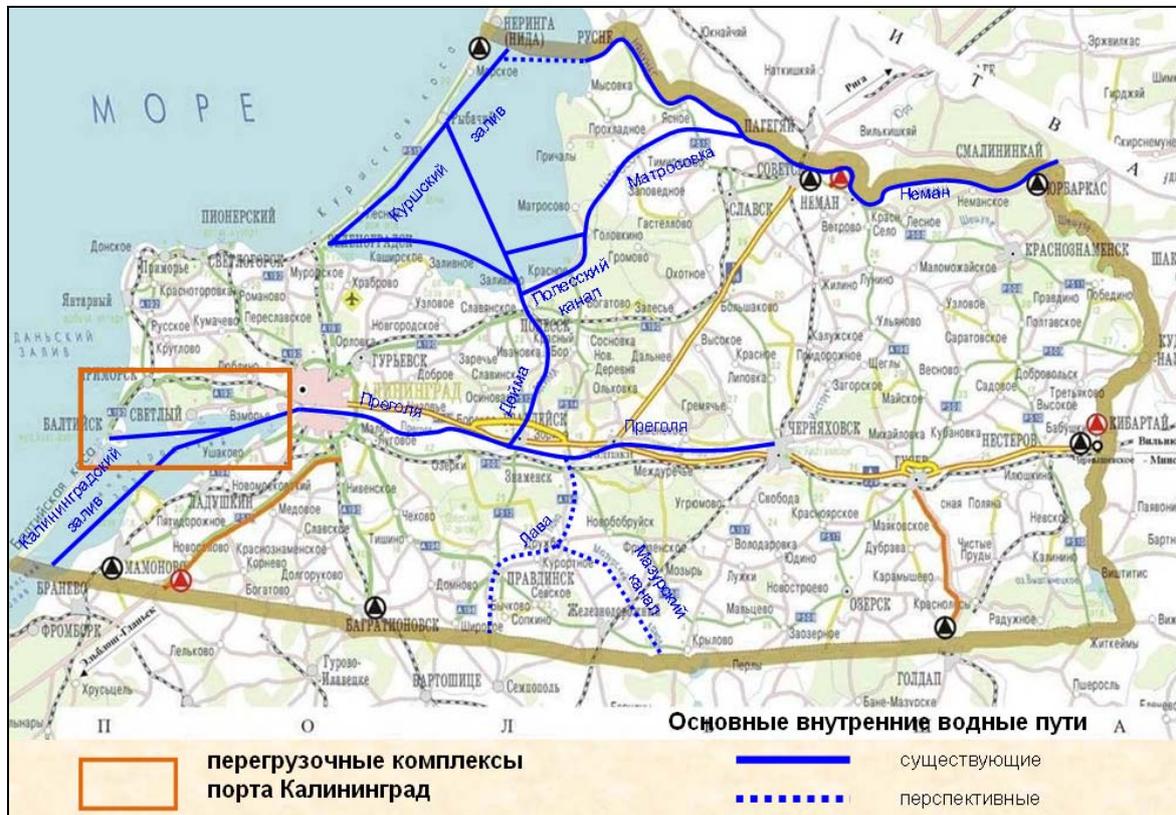


Рис. 3. Схема водного транспорта в Калининградской области

Пункты пропуска через границу (рис. 4): всего 26 (действующих – 20): морские и речные – 6; авто – 8; железнодорожные – 4 (станции Мамоново, Советск, Нестеров, Железнодорожный), авиа – 2 пункта. Интенсивное пересечение литовской и польской границ используют порядка 3,5 млн чел. в год, а пропуск безвизовых транзитных пассажиров составляет 5 тыс./сутки.

3. Пригородная железная дорога и ее модернизация

В силу анклавного положения области и недостаточного использования железнодорожной сети во внешних связях особое значение в железнодорожных перевозках имеет внутриобластное и пригородное сообщение (рис. 5).



Рис. 4. Схема расположения контрольно-пропускных пограничных пунктов

Перевозки осуществляет ОАО «Калининградская пригородная пассажирская компания» на следующих маршрутах:

1. Калининград – Светлогорск через Переславское: 46 км (однопутный участок), 9 станций, 3 о.п., 6 станций разъезда (Новое, Кутузово, Рябиновка, Зеленоградск, Пионерский Курорт, Светлогорск-2). Время в пути – 1 час.

2. Калининград – Светлогорск через Зеленоградск: 57 км (однопутный участок), 8 станций, 9 о.п., 5 станций разъезда (Чкаловск, Дружное, Колосовка, Переславское, Пионерский Курорт, Светлогорск-1). Время в пути – 42 мин. + 15 мин. стоянки.

3. Калининград – Балтийск: 47 км (однопутный участок), 5 станций, 9 о.п., 3 станции разъезда (Западный Новый, Лесное Новое, Шиповка). Время в пути – 1 час 07 мин.

4. Калининград – Мамоново: 50 км (однопутный участок), 4 станции, 10 о.п., 2 станции разъезда (Голубево, Ладушкин). Время в пути – 1 час 20 мин.

5. Калининград – о.п. Стрельня – Багратионовск: 22 км (двухпутный участок) + 14 км (однопутный участок), 4 станции, 7 о.п., 2 станций разъезда. Время в пути до Стрельни – 40 мин.

6. Калининград – Черняховск – Нестеров: 90 км (однопутный участок) + 51 км (двухпутный), 10 станций, 3 о.п., 6 станций разъезда. Время в пути – 2 часа 33 мин.

7. Калининград – Советск через Полесск: 125 км (однопутный участок), 8 станций, 11 о.п., 1 станция разъезда (Полесск). Время в пути – 2 часа 18 мин.

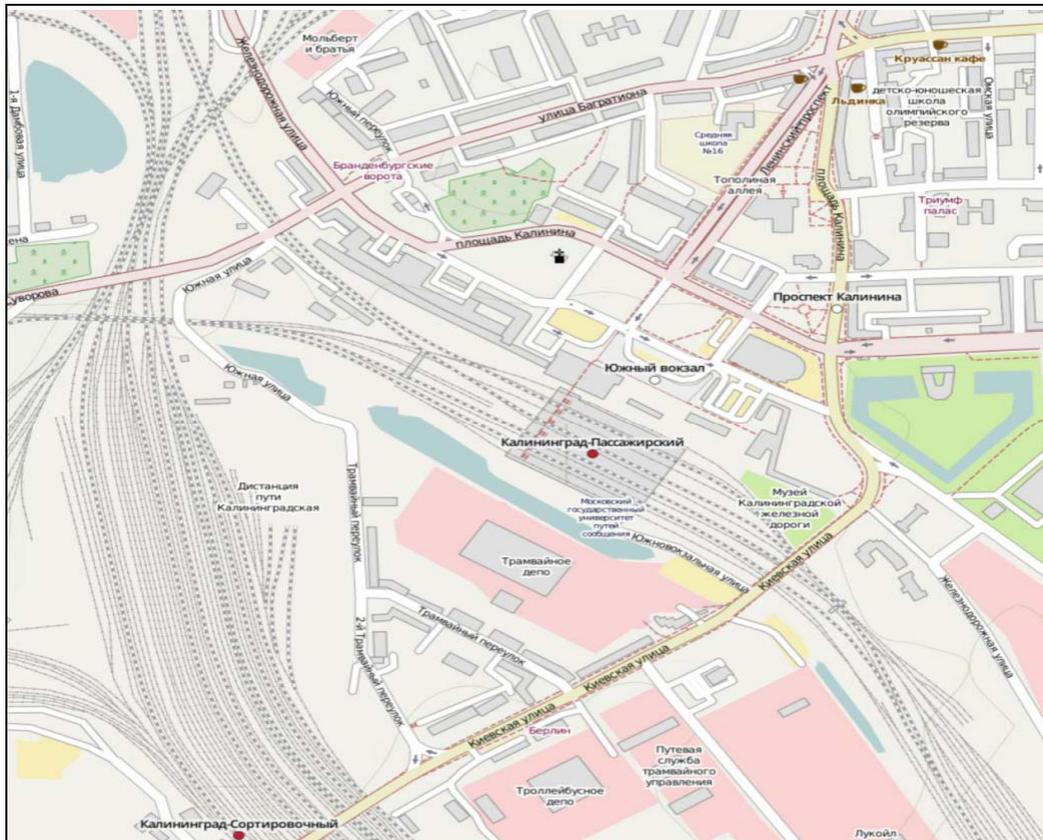
С мая 2014 г. организовано внутригородское сообщение рельсовыми автобусами «РА1» и «РА2» производства «Уралвагонзавода» по маршруту «О.п. Киевская – Северный вокзал» (по типу довоенной немецкой системы S-Bahn). Объем перевозок с 26 апреля по 26 июля – более 35 тыс. пасс., т.е. в год ориентировочно перевезено 150–200 тыс. пасс., что существенно облегчило задачи наземного общественного транспорта. Этому явлению, после долгих дискуссий и сравнений с немецким опытом, способствовали 2 фактора:

- 1) рациональная удобная планировка платформ Южного вокзала
- 2) существующий городской туннель под главной площадью города (рис. 6), отделяющий внеуличный транспорт от наземного в самой напряженной точке города – пл. Победы.

Но возможности этого маршрута, в частности освобождение путепровода над станцией Сортировочная от автомобильных пробок, не используются до конца из-за графика движения поездов: только 3 пакета

трудовых поездов в сутки и полное отсутствие в дневное пиковое время возвращения студентов с занятий и массовых различных бытовых поездок.

а)



б)



Рис. 6. Ситуационный план Южного вокзала (а) и туннель (б) в центре Калининграда

Удобная для пассажиров и эффективная система S-Bahn-Калининград должна иметь интервалы не более 30 мин, а в часы пик – 7–10 мин. Кроме того, необходимо развивать маршрутную сеть и далее на развитой железнодорожной сети в черте города за счет вовлечения участков, пересекающих практически все районы города. И в первую очередь участков, подходящих близко к олимпийскому стадиону «Балтика», участка до пос. Ельники с новым строительством (порядка 2 км) до пос. Гороховое по пути в аэропорт Храброво.

Реконструированный международный аэропорт «Храброво» расположен в 22 км (1 ВПП, длиной 2500 м и шириной 45 м, 2 сектора пассажирского терминала, грузовой терминал, более 2500 кв. м, обрабатывает 50 т груза в сутки (рис. 7). Пропускная способность реконструированного аэрокомплекса к 2018 г. составит 1150 пасс./ч или 1,3 млн пасс. в год.

К сожалению, автомобильный способ доставки будет сохранен в 2018 г., но при существенной реконструкции автодорог и многоуровневых развязок на подходах к аэропортам в проектах организаций, занимающихся подготовкой ЧМ-2018. От Северного и Южного вокзалов предусмотрен автобусно-автомобильный подвоз авиапассажиров к стадиону «Балтика» на острове Октябрьский. Концептуально рекомендуемый вариант автора: прямое скоростное железнодорожное сообщение поездов ГСЖД (S-Bahn) на базе инновационной модернизации существующего участка. Но этим проектом до сих пор никто не занимается. Данное предложение наилучшим способом (по срокам реализации и стоимости строительства, по объемам перевозок и величине часового пассажиропотока, по времени и стоимости поездки, удобству и комфорту) отвечает задаче транспортного обслуживания не только ЧМ-2018, но и всего Калининграда на долгие годы.

4. Транспортное обслуживание ЧМ-2018

Прогнозируемое Научно-исследовательским и проектным институтом территориального развития и транспортной инфраструктуры (НИПИ ТРТИ) прибытие зрителей и участников ЧМ-2018 в Калининград в целом: на воздушном транспорте – 60–70%, по железной дороге – 20%, на международном автобусе – 10%, на легковых автомобилях – 10%. При оценке транспортных предпочтений прибытие зрителей и участников воздушным транспортом прогнозируется: для иностранных граждан – порядка 13 тыс. чел. (70%), для иногородних российских граждан – порядка 15 тыс. чел. (60%). Дополнительный пропуск авиапассажиров в дни игр составит 20% от емкости стадиона «Балтика» 35 тыс. чел. (или 35 самолетов с общим числом взлетов и посадок – 70). Из мировой практики известно, что каждый матч футбольного ЧМ добавляет примерно 250 взлетов-посадок.

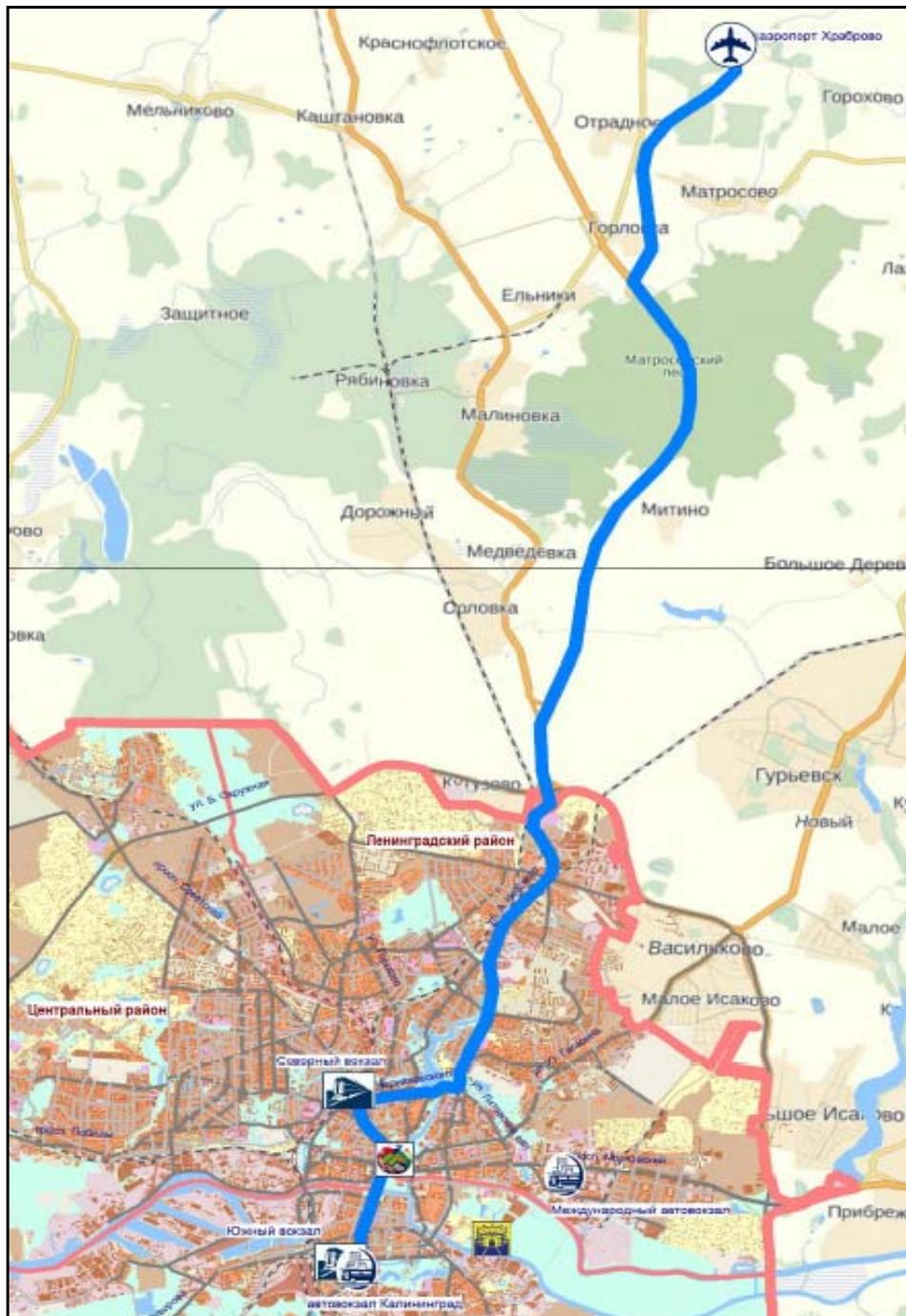
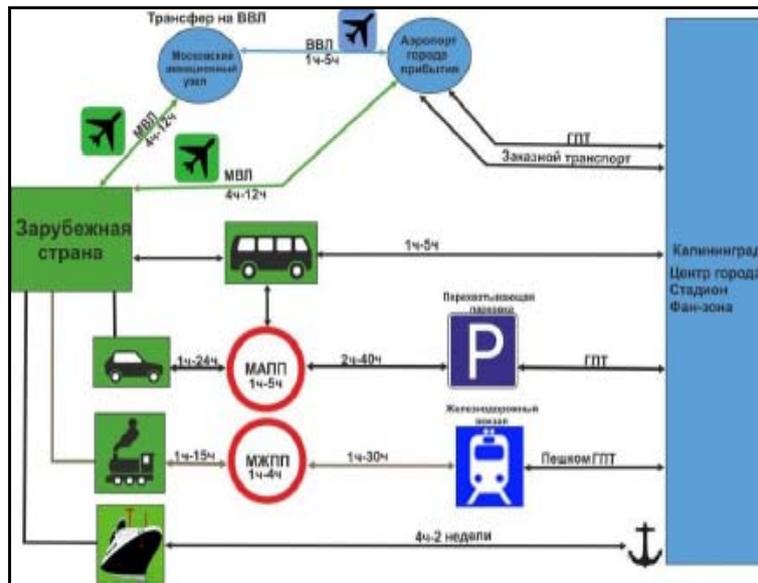


Рис. 7. Автотрасса Южный вокзал – аэропорт «Храброво»

Прогнозируемое НИПИ ТРТИ отправление участников игр из Калининграда предполагается следующим образом: по железной дороге – 20%, на автобусе – 40%, на легковых авто – 40%. Оба предположения соответствуют разработанным Национальным институтом авиационных технологий типовым транспортным схемам прибытия и убытия интермодальных пассажиров в город проведения игр (рис. 8).

а)



б)

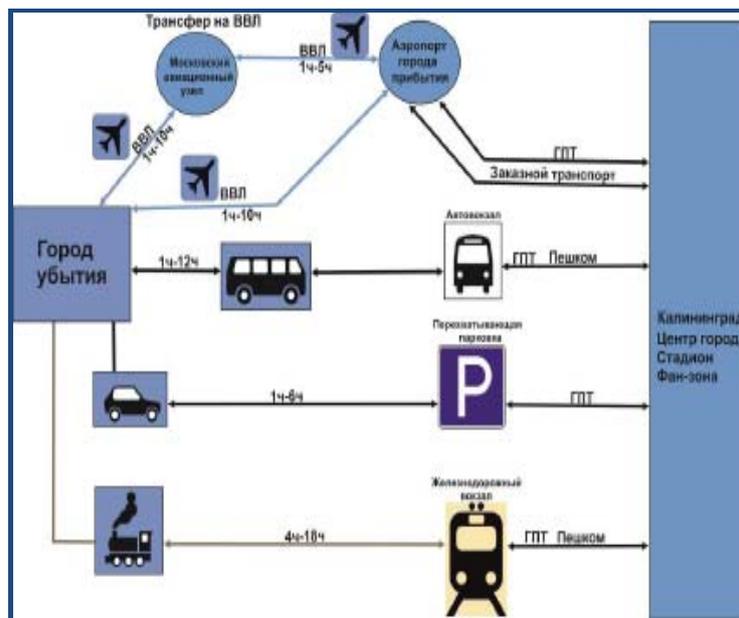


Рис. 8. Типовые транспортные схемы прибытия (а) и убытия (б) интермодальных пассажиров в город проведения игр

Основным вариантом доставки авиапассажиров (НИПИ ТРТИ, Южный градостроительный центр в Ростове-на-Дону) в город (а далее к спортивным объектам, фанзонам и гостиницам) является автомобильный транспорт: автобус (междугородный, экспресс, заказные и шаттл), маршрутное такси и легковые автомобили (для VIP, уровни Т-1, Т-2 и Т-3). Проектные рекомендации утверждают: жители Калининграда будут прибывать на игры ЧМ-2018 общественным транспортом – 45%, на легковых автомобилях – 40% и пешком – 15%. Это усугубляет характерное для Калининграда низкое качество организации инфраструктуры интегрированного наземного транспорта (прежде всего трамвая). «Примитивизация» общественного транспорта упорно сохраняется как в реальной жизни, так и в различных проектах. Подтверждением этого являются следующие предварительные схемы развития транспорта в Калининграде на 2018 г. (рис. 9, 10).

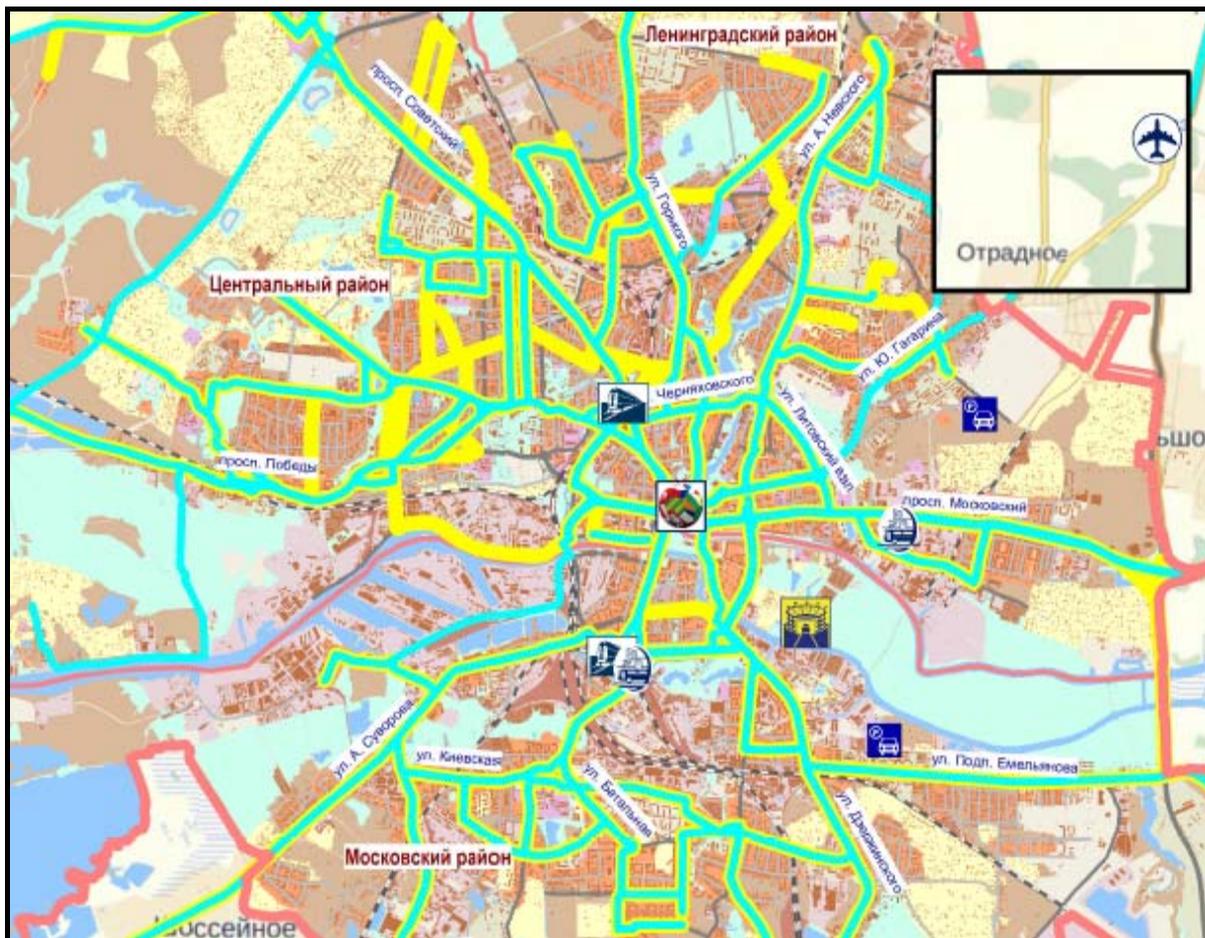


Рис. 9. Схема сети автобуса и маршрутного такси в 2018 г.

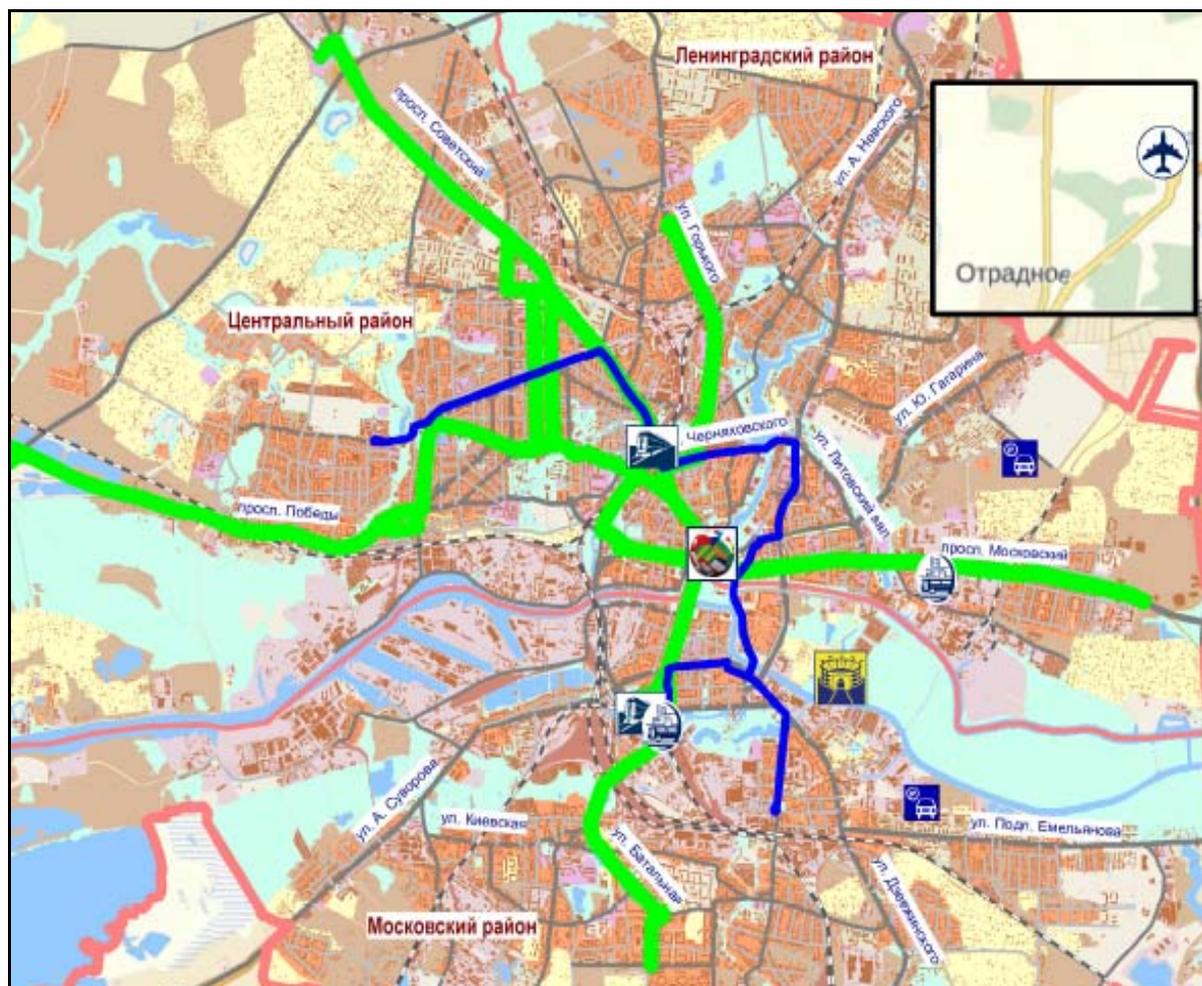


Рис. 10. Схема трамвайной и троллейбусной сети в 2018 г.

Здесь необходимо отметить, что рассматривались и другие альтернативы основного вида транспорта, например струнный транспорт, низкопольный трамвай и легкорельсовый трамвай. Но они – не ко времени и не по месту, а потому в данной публикации только упоминаются.

Представленные схемы показывают ошибочное отношение к развитию рельсового транспорта – трамвая, обладающего в условиях Калининграда наибольшей провозной способностью и лучшими экологическими показателями. Для сравнения на рис. 11 показана трамвайная сеть Кёнигсберга в 1938 г. Трамвай практически подходил не только к вокзалам, но и остановочным пунктам и посадочным платформам железной дороги в черте города. Даже по острову Канта, рядом с проектируемой на 2018 г. фанзоной, проходил трамвай.

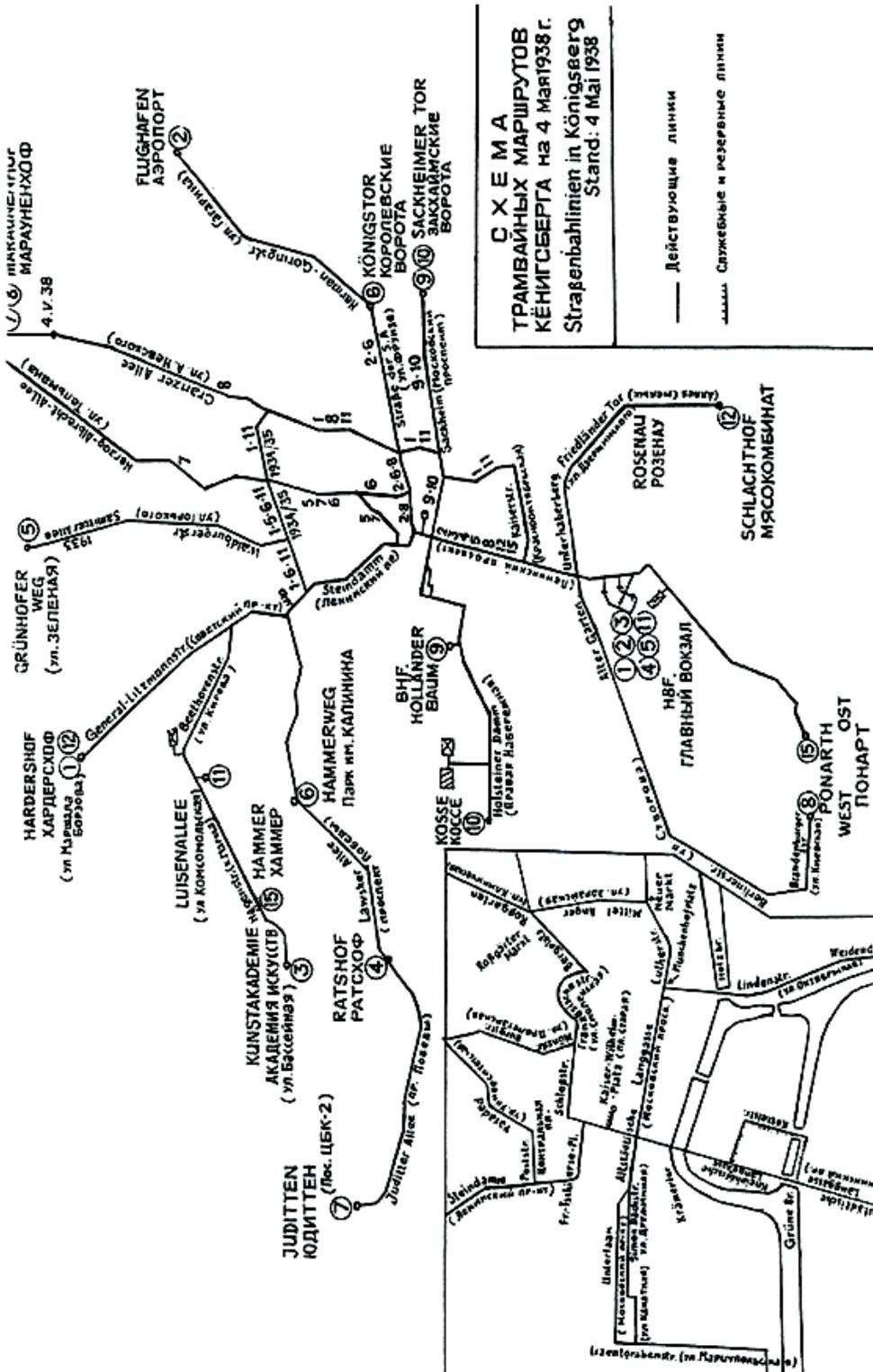


Рис.1.1. Сеть трамвая Кёнигсберга в 1938 г.

Рекомендуемый (концептуально) вариант автора: тандем ГСЖД на базе существующих внутригородских железнодорожных участков и трамвая – на базе инновационной модернизации существующей транспортной инфраструктуры с минимальным новым строительством. Предложение автора (рис. 12) было учтено разработчиками Генплана Калининграда на 2018–2035 гг. (Южный градостроительный центр, в Ростове-на-Дону, 2014–2015 гг.).

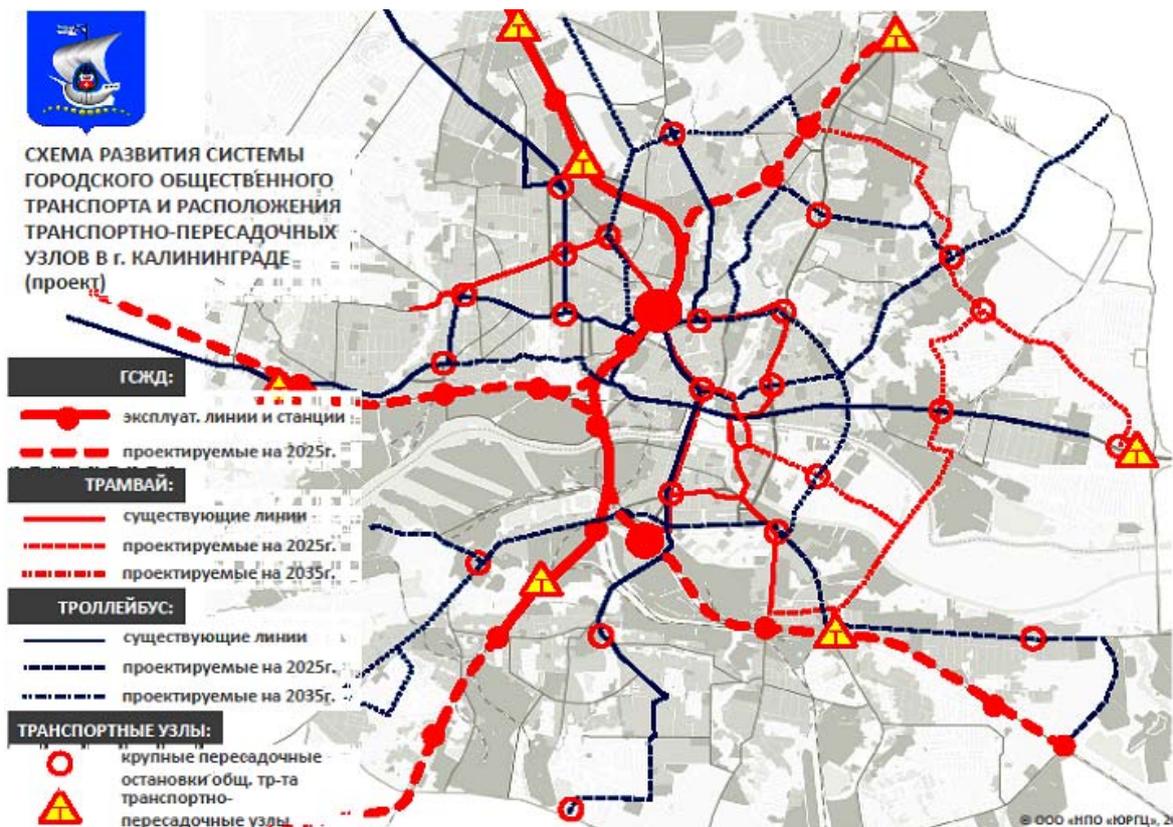


Рис. 12. Схема развития системы городского общественного транспорта и расположение транспортно-пересадочных узлов в Калининграде

Библиографический список

1. Э.В. Шабарова. Железная дорога в городе. – М.: Транспорт, 1986. – 224 с.
2. Э.В. Шабарова. Опыт разработки транспортной концепции Олимпийских игр Сочи-2014. Saarbruecken, Deutschland, LAP Lambert, 2014. – 228 с.

УДК 656.21+06

ПРИПОРТОВАЯ ГРУЗОВАЯ СТАНЦИЯ В СИСТЕМЕ МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК

Д.С. Безусов

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения»
(г. Ростов-на-Дону)*

Рассмотрены исторические аспекты припортовых грузовых станций Юга России. Приведена динамика ввода в эксплуатацию припортовых станций. Показаны транспортные коридоры, проходящие по территории Южного федерального округа (ЮФО) и Северо-Кавказского федерального округа (СКФО). Представлены грузооборот припортовых станций Азово-Черноморского бассейнов и показатели инфраструктурного развития. В матричной форме сведены варианты вероятностных связей для припортовой грузовой железнодорожной станции. Рассмотрены вопросы государственно-частного партнерства в развитии южнопортовых грузовых станций.

Ключевые слова: припортовая грузовая станция, инфраструктура, международные транспортные коридоры, грузооборот, государственно-частное партнерство.

На территории Северо-Кавказской железной дороги (СКЖД) – филиала ОАО «РЖД» располагаются 13 припортовых грузовых станций. Доминирующую роль в экспортных грузопотоках играют станции Новороссийск, Туапсе и Грушевая, примыкающие к портам и обеспечивающие 76% от общей выгрузки экспортных и импортных грузов.

Развитие припортовых грузовых станций на территории Юга России связано с открытием движения поездов на линии Ростов–Владикавказ 2 июля 1875 года. С этого момента вступила в число действующих Владикавказская железная дорога, родоначальница нынешней Северо-Кавказской магистрали. В 1876 году был учрежден портовый город Новороссийск, в котором размещается управление образованного тогда Черноморского округа. В 1886 году было завершено строительство морского порта. И в 1888 году с вводом в эксплуатацию железной дороги Екатеринодар–Новороссийск порт приобретает колоссальное значение в торговле. В начале XX века Новороссийск становится крупным промышленным и портовым центром Юга России.

Единственный незамерзающий и самый глубоководный порт России на Каспии – Махачкалинский морской торговый порт ведет свое летоисчисление с 1870 года, когда в городе Петровск (ныне Махачкала) произо-

шло его официальное открытие. 24 мая 1891 года после многочисленных обсуждений в разных инстанциях было принято решение о строительстве железнодорожной ветки от станции Беслан, через Грозный до Петровска. 1 января 1894 года припортовая грузовая станция Петровск была построена.

17 июля 1908 года высочайшим повелением учреждается Общество Ейской железной дороги для строительства и эксплуатации линии от станции Сосыка Владикавказской дороги через станцию Староминскую до Ейска, с ветвью в порт. В 1911 году станция Ейск принята в эксплуатацию, что значительно увеличило грузооборот порта.

В 1908 году было создано Общество Армавир-Туапсинской железной дороги для постройки линии от станции Армавир до Туапсе, с устройством пристаней и оградительных сооружений в Туапсинском порту [1].

Динамика ввода в эксплуатацию припортовых грузовых станций на территории Юга России представлена на рис. 1.

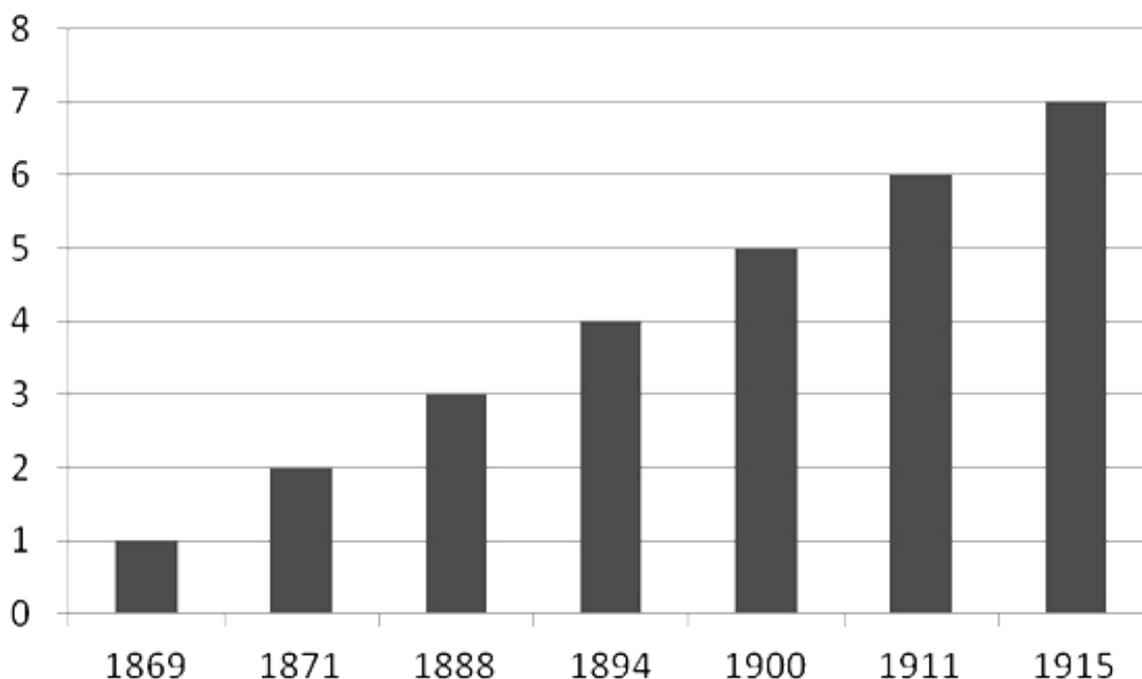


Рис. 1. Динамика ввода в эксплуатацию припортовых грузовых станций на территории Юга России

В международной транспортной системе Россия является транзитной страной (рис. 2). По её территории пролегают маршруты, соединяющие страны Западной Европы со странами Восточной Азии, а также страны Северной Европы со странами Юго-Западной и Южной Азии и имеющие

множество ответвлений различного административного уровня (федеральный, региональный). Если рассматривать международную транспортную специализацию РФ, то можно обозначить следующую последовательность транспортно-технологического процесса: импорт – перевозка по внутренней части страны – экспорт.

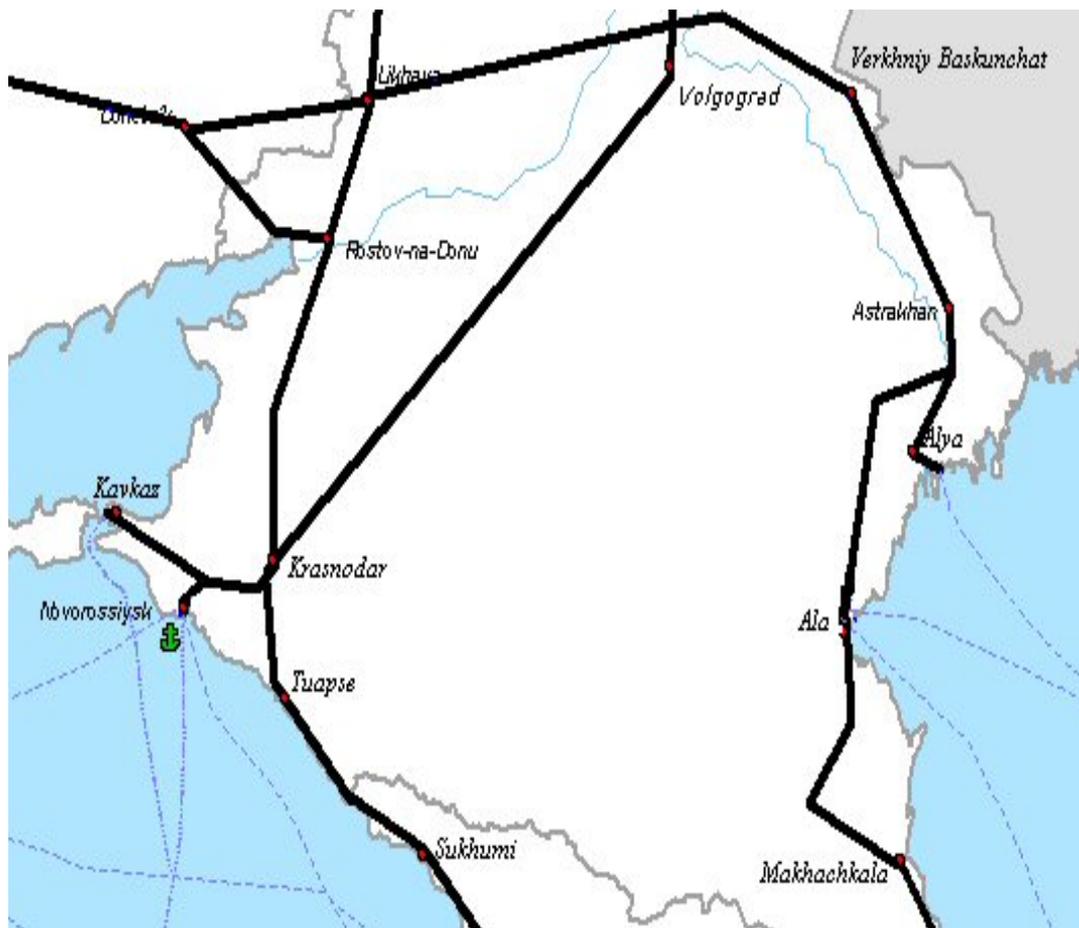


Рис. 2. Схема южнороссийских грузовых международных железнодорожных транспортных коридоров

По территории ЮФО и СКФО проходят евроазиатский транспортный коридор «ТРАССИБ» (TS); транспортный коридор «Север – Юг» (NS).

Транссибирский коридор представляет собой альтернативу традиционному морскому пути доставки контейнеров из Юго-Восточной Азии вокруг Индии и через Суэцкий канал в Европу. МТК «Транссиб» включает в себя российскую часть Панъевропейского транспортного коридора № 2 (PE2) и является его продолжением на направлении «Запад–Восток». Коридор представляет собой двухпутную электрифицированную железнодо-

рожную линию протяженностью около 10 тыс. километров и проходит по территории 20 субъектов РФ и 5 федеральных округов. Эти богатые природными ресурсами регионы располагают значительным экспортным и импортным потенциалом. В регионах, обслуживаемых магистралью, добывается более 65% производимого в России угля, осуществляется почти 20% нефтепереработки и 25% выпуска деловой древесины. Здесь сосредоточено более 80% промышленного потенциала страны и основных природных ресурсов, включая нефть, газ, уголь, лес, руды черных и цветных металлов. На Транссибе расположено 87 городов, из которых 14 являются центрами субъектов Российской Федерации.

По территории России проходит значительная часть международного транспортного коридора (МТК) «Север – Юг». Сухопутная часть коридора, проходящая по российским железным дорогам от границы с Финляндией до Каспийского моря, составляет около 3 тыс. километров, и на северном участке совпадает с МТК №9. От этого магистрального направления имеются выходы на страны Балтийского региона, Украину, Белоруссию, а через них на сеть железных дорог Восточной и Западной Европы. Основным направлением развития транзитных и внешнеторговых грузопотоков в рамках коридора «Север – Юг» является железнодорожное направление Бусловская – Санкт-Петербург – Москва – Рязань – Кочетовка – Ртищево – Саратов – Волгоград – Астрахань протяженностью 2513 км. Основные преимущества МТК «Север – Юг» перед другими маршрутами (в частности, перед морским маршрутом через Суэцкий канал) заключаются в сокращении в два и более раза расстояния перевозок. При этом стоимость перевозки контейнеров из Германии и Финляндии в Индию будет существенно меньше, чем стоимость транспортировки по морскому пути [2].

Таблица 1

Грузооборот портов Азово-Черноморского бассейна в 2008-2014 гг., млн тонн

Порт	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Новороссийск	112,6	122,9	117,1	116,1	117,4	119,1	125,6
Туапсе	19,4	18,4	18,6	19,4	17,8	16,9	18,9
Ростов-на-Дону	2	6,2	7,7	10,4	11,1	11,6	12
Таганрог	2,6	3	2,9	3,5	3,4	3,9	5,1
Азов	-	4,7	4,3	4,8	5,1	7,7	7,9
Кавказ	7,8	8,6	10,1	8,3	9,4	10,1	12,3
Темрюк	2,3	2,1	1,9	2,4	2,3	3,74	4,5
Ейск	3,8	4,3	3,6	4	3,6	3,3	4,1

Из данных, приведенных в табл. 1, можно определить, что рост грузооборота в 2014 г. составил около 3,4% к аналогичному периоду предыдущего года. Например, в порту Ростов (станция Кизитеринка) грузооборот вырос в основном за счет выгрузки каменного угля и цемента, а также погрузки строительных грузов (шпат, пирит).

Важнейшие припортовые станции СКЖД:

1) станция Новороссийск является грузовой внеклассной станцией. Для обработки поездов и вагонов станция имеет 6 парков;

2) станция Туапсе является грузовой по характеру работы, внеклассной по выполнению объемных показателей;

3) станция Грушевая по характеру выполняемой работы является грузовой нефтесливной станцией, по объему и сложности работы отнесена к первому классу;

4) станция Темрюк – портовая грузовая станция тупикового типа, по объему выполняемой работы относится к четвертому классу. На станции имеются три парка: «А», «Б» и «В»;

5) станция Ейск по характеру выполняемой работы является грузовой, припортовой, тупикового типа, по объёму и сложности работы отнесена ко второму классу;

6) станция Кавказ по характеру работы является грузовой второго класса, тупикового типа. Портовая паромная станция является конечным пунктом железной дороги на Таманском полуострове;

7) станция Вышестеблиевская – в настоящее время из промежуточной переустраивается в распределительную узловую станцию, с пропуском транзита на сооружения порта Тамань в районе мыса Железный Рог;

8) станция Таганрог по назначению и характеру работы является грузовой второго класса;

9) станция Усть-Донецкая является грузовой и осуществляет выдачу и приём грузов повагонными и мелкими отправками с мест общего пользования и с подъездных путей;

10) станция Кизитеринка по характеру работы является грузовой, по объему работы отнесена к третьему классу. На станции производится перевалка грузов ОАО «Ростовский порт»;

11) станция Заречная – осуществляет взаимодействие с грузовыми районами ОАО «Ростовский порт»;

12) станция Азов по характеру работы является грузовой и по объему работы отнесена ко второму классу, является тупиковой;

13) станция Махачкала-порт перерабатывает нефтепродукты, минерально-строительные (щебень, гравий), навалочные, генеральные и лесные грузы.

Модернизация транспортной системы страны предполагает решение сложного комплекса проблем технического и инфраструктурного развития,

а также поиска новых форм взаимодействия видов транспорта на стыке мультимодальных перевозок. Особую значимость приобретает проблема организации переработки вагонопотоков на припортовых грузовых станциях, что обуславливает возрастающий спрос на внешнеторговые перевозки грузов через порты Азово-Черноморского бассейна.

Возрастающие грузопотоки в направлении южно-российских портов создают дополнительную нагрузку на инфраструктуру ОАО «РЖД», работающую на пределе своих пропускных способностей. Повышению эффективности перевозок грузов в морские порты препятствуют такие негативные факторы, как ограниченность перерабатывающей способности из-за недостаточного развития инфраструктуры портов, отсутствие свободных емкостей и несвоевременный подвод судов в порты, погодные условия, оказывающие существенное влияние на перевозки и являющиеся причинами длительных простоев вагонов и невыполнения сроков доставки грузов.

В частности, в Новороссийске действует конвенционное запрещение в связи с неприемом ОАО «ИПП» груза из-за отсутствия свободных емкостей. В порту Кавказ – шесть отставленных поездов с мазутом. Причина – очень вязкое топливо и выгрузка занимает продолжительное время. С начала октября 2014 года сохраняются проблемы и в порту Темрюк. В непогоду в канал был нанесен илистый порог, и в результате суда не могут зайти под погрузку. Решение этих проблем состоит в разработке принципов и моделей согласованного развития инфраструктуры припортовых грузовых станций (табл. 2) в зависимости от размеров мультимодальных грузопотоков.

Таблица 2

Показатели инфраструктурного развития припортовых грузовых станций

Наименование станции	Главные пути	Приемоотправочные пути	Сортировочные пути	Прочие пути
Новороссийск	4	26	49	64
Кизитеринка	5	5	10	9
Заречная	2	6	-	5
Таганрог	3	15	9	33
Азов	1	4	3	21
Темрюк	1	2	-	4
Ейск	1	2	3	16
Туапсе	2	11	15	35
Грушевая	1	3	5	6
Кавказ	1	7	-	8
Усть-Донецкая	1	5	4	3
Махачкала-порт	2	4	1	4
Вышестеблиевская	1	2	-	1

Значительный рост объемов перевозок грузов через морские порты предопределяет необходимость работ по их дальнейшему развитию, а также припортовых грузовых станций и подходов к ним.

В матричной форме (табл. 3) сведены варианты вероятностных связей для припортовой грузовой железнодорожной станции. На основе данных таблицы определяются устойчивые последовательности связей технологических операций с передачей подвижного состава по элементам путевого развития железнодорожной сети.

Таблица 3

Матрица связей технологических операций и парковых элементов

Перечень технологических операций		Парковые элементы									Вероятность
		P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	
		Путь (парк) приема пассажирских (пригородных) поездов	Путь (парк) приема грузовых поездов (маневровых передач)	Вытяжной путь (маневровый тупик)	Соединительный (ходовой) путь	Приемо-сдаточный путь (парк)	Выставочно-отправочный путь (парк)	Сортировочный путь (парк)	Погрузо-выгрузочный фронт	Ремонтно-экипировочные устройства (парк)	
Прием местного пассажирского (пригородного) поезда	T_1	1	$V_{1,2}$	0	0	0	V	0	0	0	0,5
Отправление местного пассажирского (пригородного) поезда	T_2	1	$V_{2,2}$	0	0	0	V	0	0	0	0,5
Посадка-высадка пассажиров	T_3	1	$V_{3,2}$	0	0	0	V	0	0	0	0,5
Прием маршрутного грузового поезда	T_4	0	1	0	0	V	V	0	1	0	0,5
Прием сборного грузового поезда	T_5	$V_{5,1}$	1	0	0	$V_{5,5}$	V	V	0	0	0,25

Продолжение табл. 3

Перечень технологических операций		Парковые элементы									Вероятность
		P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	
		Путь (парк) приема пассажирских (пригородных) поездов	Путь (парк) приема грузовых поездов (маневровых передач)	Вытяжной путь (маневровый тупик)	Соединительный (ходовой) путь	Приемо-сдаточный путь (парк)	Выставочно-отправочный путь (парк)	Сортировочный путь (парк)	Погрузо-выгрузочный фронт	Ремонтно-экипировочные устройства (парк)	
Отцепка группы вагонов	T_6	0	1	$V_{6,3}$	$V_{6,4}$	$V_{6,5}$	$V_{6,8}$	1	1	0	0,25
Перестановка группы вагонов (маршрута)	T_7	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1
Вытягивание группы вагонов на вытяжной путь	T_8	0	1	1	$V_{8,4}$	$V_{8,5}$	$V_{8,8}$	1	0	0	0,3
Расформирование	T_9	0	0	1	$V_{9,4}$	$V_{9,5}$	0	1	0	0	0,5
Сдача группы вагонов на пути порта	T_{10}	0	$V_{10,2}$	0	V	0	0	$V_{10,9}$	$V_{10,10}$	0	0,25
Прием группы вагонов с путей порта	T_{11}	0	$V_{11,2}$	0	V	1	0	$V_{11,9}$	$V_{11,10}$	0	0,25
Подача на п/путь порта	T_{12}	0	$V_{12,2}$	1	1	0	0	$V_{12,9}$	$V_{12,10}$	0	0,3
Расстановка на ПВФ порта	T_{13}	0	0	$V_{13,3}$	1	1	$V_{13,8}$	0	$V_{13,10}$	0	0,3
Погрузка-выгрузка на фронтах порта	T_{14}	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1
Сборка на пути порта	T_{16}	0	0	0	$V_{16,4}$	V	0	0	1	0	0,5
Уборка в парк для отправления	T_{17}	0	0	$V_{17,3}$	1	1	$V_{17,8}$	$V_{17,9}$	0	0	0,3

Продолжение табл. 3

Перечень технологических операций		Парковые элементы									Вероятность
		P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	
		Путь (парк) приема пассажирских (пригородных) поездов	Путь (парк) приема грузовых поездов (маневровых передач)	Вытяжной путь (маневровый тупик)	Соединительный (ходовой) путь	Приемо-сдагочный путь (парк)	Выставочно-отправочный путь (парк)	Сортировочный путь (парк)	Погрузо-выгрузочный фронт	Ремонтно-экипировочные устройства (парк)	
Формирование состава	T_{18}	0	0	1	$V_{18,4}$	$V_{18,5}$	1	1	0	0	0,5
Прицепка поездного локомотива	T_{19}	0	1	$V_{19,3}$	$V_{19,4}$	1	1	V	$V_{19,10}$	0	0,3
Отцепка поездного локомотива	T_{20}	0	1	$V_{20,3}$	$V_{20,4}$	1	1	V	$V_{20,10}$	0	0,25
Отправление маршрутного грузового поезда	T_{21}	0	1	0	0	0	V	V	0	0	0,5
Отправление сборного грузового поезда	T_{22}	0	1	0	0	0	V	V	0	0	0,5
Отцепка маневрового локомотива	T_{23}	0	1	$V_{23,3}$	0	1	1	$V_{23,9}$	$V_{23,10}$	0	0,3
Прицепка маневрового локомотива	T_{24}	0	1	V	0	1	1	$V_{24,9}$	$V_{24,10}$	0	0,3
Ожидание технологической операции	T_{25}	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
Экипировка и ремонт маневровых локомотивов	T_{27}	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1

При последовательном соединении объектов управления, надежности p_1, p_2, \dots, p_n блоков приводят к следующей надежности P системы: $P = p_1 \cdot p_2 \dots p_n$. В случае параллельного соединения – к надежности P' системы: $P' = 1 - (1 - p_1) (1 - p_2) \dots (1 - p_n)$ [3].

На рис. 3 показана станция Таганрог. Документом, регламентирующим отношения между станцией и ОАО «Таганрогский морской торговый порт», является договор на подачу и уборку вагонов. Работа железнодорожной станции и порта строится на основании плана, предусматривающего размеры погрузки, выгрузки, перевалки грузов. Укрупненно схему станции можно представить в виде основных блоков, отражающих транспортную и технологическую взаимосвязь ее элементов (парков, складов, сортировочных устройств) (рис. 4).

Современный этап эксплуатации и развития железных дорог в условиях изменяющихся экономических отношений, создания холдинга ОАО «РЖД» связан с возвратом к практике государственно-частного партнерства (ГЧП) на новых принципах правового взаимодействия. Одним из примеров современного ГЧП в развитии станционной и припортовой инфраструктуры на территории СКЖД – филиала ОАО «РЖД» является строительство порта Тамань (2005 г.) на мысе Железный Рог. Финансирование инвестиционного проекта по развитию порта осуществлялось этапами в рамках государственно-частного партнерства (50 на 50 %) следующим образом: строительство объектов федеральной транспортной инфраструктуры выполнялось за счет средств инвестиционного фонда РФ, а строительство объектов частной инфраструктуры (специализированные перегрузочные комплексы необщего пользования и прочие сооружения) – за счет средств частных инвестиций.

Другим примером ГЧП является проект строительства станции Универсальная в Левобережной промзоне г. Ростова-на-Дону для переработки более 10 млн тонн грузов в год (нефтепродукты, зерновые грузы, контейнеры).

Таким образом, задачу современного комплексного развития станционных и припортовых инфраструктур, создания портовых хабов, опережающего развития железнодорожной и автодорожной инфраструктур на подходах к глубоководным портам Юга России невозможно решить без формирования системы государственно-частного партнерства и совершенствования нормативно-правовой базы взаимоотношений участников мультимодальных перевозок грузов.

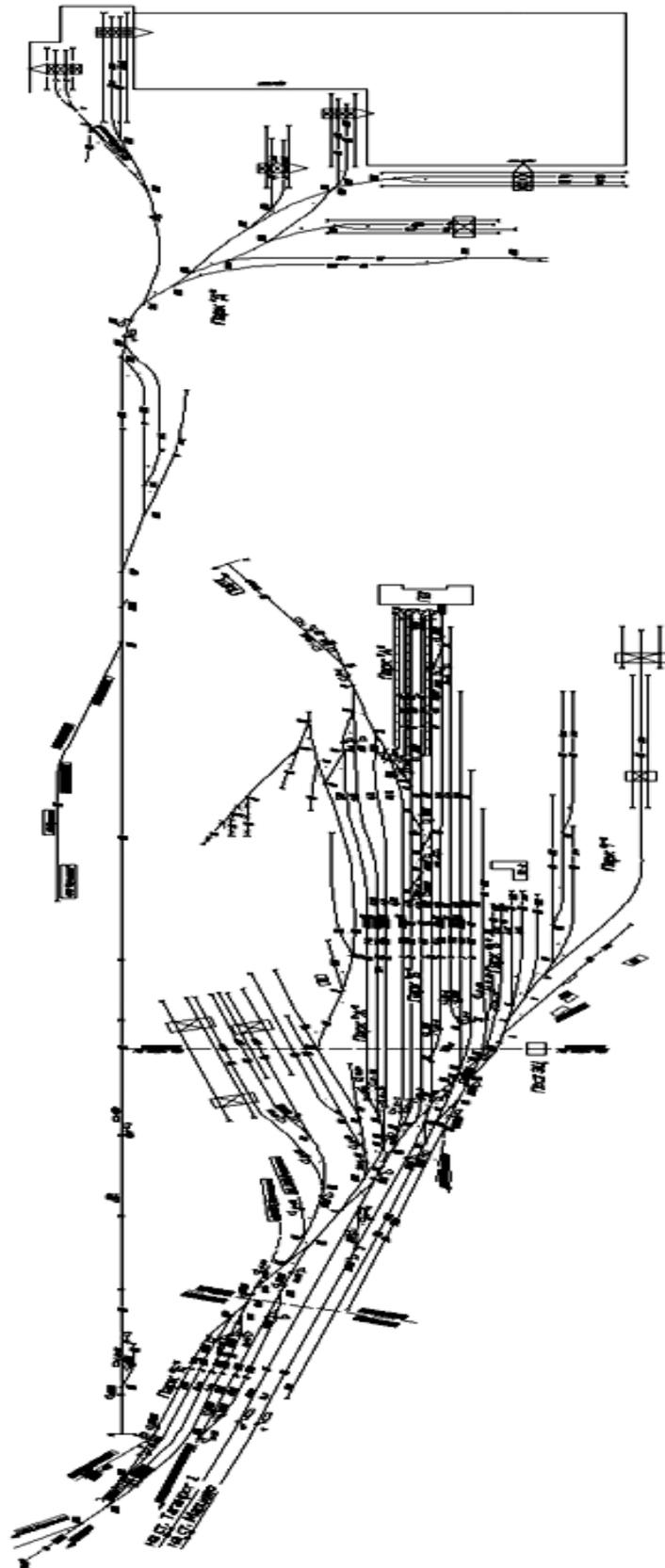


Рис. 3. Схема станции Таганрог

Библиографический список

1. Сидоренко В.Т. Выбранные места из истории Северо-Кавказской железной дороги. – Ростов н/Д: Новая книга, 2002. – 264 с.
2. Балалаев А.С. Методология транспортно-логистического взаимодействия при мультимодальных перевозках : дис. ... докт. техн. наук. – Хабаровск, 2010. – 280 с.
3. Числов О.Н. Комплексные методы рационального размещения элементов транспортно-технологических систем в железнодорожных узлах: монография. – Ростов н/Д: РГУПС, 2009. – 294 с.

УДК 656.213

ИССЛЕДОВАНИЕ СТЕПЕНИ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ НА ПОТРЕБНУЮ МОЩНОСТЬ СТАНЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ ПОРТОВОЙ СТАНЦИИ

Р.Р. Ахмедов¹, В.В. Васильев²

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» (Санкт-Петербург)

² Северо-Западное управление государственного железнодорожного надзора Федеральной службы по надзору в сфере транспорта (Санкт-Петербург)

Статья посвящена вопросам взаимодействия железнодорожного и морского транспорта. Рассмотрена деятельность двух перегрузочных комплексов, позволяющая открыть новые возможности для создания транспортных коридоров. Доказана необходимость поиска наиболее эффективных вариантов использования железнодорожной инфраструктуры морского порта.

Ключевые слова: перерабатывающая способность, железнодорожная инфраструктура, железнодорожная сеть, плотность, грузооборот, станция, простой вагонов.

Порт – комплекс объектов инфраструктуры морского и сухопутного транспорта, обеспечивающий перегрузку грузов с одного вида транспорта на другой.

Сегодня в мире существует более 2000 морских портов, однако основная часть их суммарного грузооборота приходится на порты-гиганты, каждый из которых ежегодно перерабатывает более 50 млн тонн грузов.

Среди них выделяются 30 портов, грузооборот которых превышает 100 млн тонн, т.е. через них проходит порядка 80% объемов мировых товаропотоков [1].

История мирового портостроения насчитывает более 30 веков. Однако существенное развитие портов началось с XIX века в связи с созданием железнодорожного транспорта. Именно его появление определило современные требования к размещению причалов и зонированию территории порта.

Каждый порт характеризуется тремя основными параметрами: грузооборот, судооборот и суммарная перерабатывающая способность портовой перегрузочной механизации. Эти же показатели используются для сравнения отдельных грузовых районов, терминалов и причальных комплексов порта.

Поскольку порт является стыковым пунктом, в котором взаимодействуют не менее двух видов транспорта, как правило, железнодорожного и водного, то важными характеристиками любого порта будут также параметры его железнодорожной сети, в том числе ее плотность и протяженность. Поэтому следует очень точно установить факторы, оказывающие приоритетное влияние на ее конфигурацию (схему).

В табл. 1 и 2 приведены данные о грузообороте, плотности и суммарной длине путей железнодорожной сети ряда крупнейших портов Европы и России.

Таблица 1

Основные технические характеристики крупнейших портов Европы

Порты Европы	Показатели				
	Грузооборот в 1907 г., млн тонн	Грузооборот в 2014 г., млн тонн	Протяженность железнодорожных путей в 1907 г., км	Протяженность железнодорожных путей в 2014 г., км	Плотность железнодорожных путей, км на 1000 км ² за 2014 год
Лондон	16,5	62	266,7	2000	33
Марсель	1,7	90	213,4	1500	15
Антверпен	26	60	213,4	1700	13
Роттердам	17,2	433	213,4	2000	20
Гамбург	12	138	213,4	1500	26,6

Таблица 2

**Технические характеристики российских портов
по состоянию на 1 января 2014 г.**

Порты	Плотность железнодорожных путей, км на 1000 км ²	Протяженность железнодорожных путей, км	Грузооборот, млн тонн
Новороссийск	9,41	22	122
Санкт-Петербург	8,86	46,8	61,1
Выборг	37,8	6	1,7
Высоцк	5,8	8,3	17,4
Усть-Луга	4,03	45	75,7
Архангельск	2,32	5	4,2
Мурманск	2,3	15,4	21,9
Туапсе	13	5,2	22,1
Владивосток	9,1	21	15,3
Восточный	1,25	5	57,8
Находка	6,7	19	20,7

Сравнительный анализ представленных характеристик железнодорожной сети ведущих российских и европейских портов показывает, что в Российской Федерации она имеет меньшую протяженность. Аналогичный вывод можно сделать в отношении плотности железнодорожных путей: в Европе эта цифра 13 – 35 км на 1000 км², в России – 5 – 10 км на 1000 км². Исключением является морской порт Выборг, имеющий малую площадь порта и большую протяженность железнодорожных путей. Это в первую очередь обусловлено тем, что в Европе грузооборот портов к настоящему времени увеличился в среднем в 6 – 8 раз по сравнению с 1907 годом, а в России – всего лишь в 3 – 5 раз. Из чего следует, что с ростом грузооборота существующих российских портов перед ними уже встает проблема модернизации железнодорожной сети, в том числе повышение ее плотности, с учетом проблемы с наличием

свободных территорий вблизи этих портов. А следовательно, высока вероятность изменения схемы этой сети.

Из-за того, что потоки на станции идут маршрутами и в разборках, большинство грузов поступает в приватизированных вагонах, требуется большое количество путей при сортировке вагонов на линию. Так, при оценке грузооборота портов Балтийского моря установлено, что около 60% потоков идет маршрутами. Такой способ доставки уменьшает время обработки на станции назначения ввиду отсутствия необходимости подборки групп вагонов по фронтам выгрузки. Кроме того, уменьшаются затраты времени по простоям судов в порту.

Важным показателем, характеризующим возможности порта, помимо грузооборота, является его пропускная способность, которая зависит от количества и производительности оборудования и устройств, режима работы, продолжительности навигации, грузоподъемности судов, режима перевозки грузов на различных видах транспорта, обслуживающих порт, используемой механизации и технологии перегрузочных работ, пропускной способности отдельных устройств порта (погрузочно-разгрузочные механизмы, склады и железнодорожные пути). Кроме того, пропускная способность порта в значительной степени зависит от видов перерабатываемых грузов.

Рассмотрим влияние данного показателя, используя метод сравнения сроков оборота вагонов на двух терминалах торгового порта «Усть-Луга»: в ОАО «Ростерминалуголь» и ООО «Универсальный перегрузочный комплекс». На пути станции в среднем прибывает 14 составов маршрутами и 4 разборки.

ОАО «Ростерминалуголь» является современным многофункциональным портовым технологическим комплексом для перевалки навалочных грузов. В настоящее время основной его специализацией является перевалка каменного угля. Сегодня терминал может предложить клиенту несколько вариантов оказания услуг, связанных с погрузочно-разгрузочными работами:

- выгрузка вагонов через вагоноопрокидыватель и подача угля на склад через комбинированный штабелеукладчик (стакер – реклаймер);
- забор угля из штабеля комбинированным штабелеукладчиком и его подача через систему ленточных конвейеров на судопогрузочную машину;
- выгрузка вагонов через вагоноопрокидыватель и подача угля прямым вариантом на судопогрузочную машину.

При предложении услуг, связанных с погрузочно-разгрузочными работами, необходимо учитывать технологические характеристики грузовых фронтов терминала. ОАО «Ростерминалуголь» имеет три грузовых фронта. Данные об их вместимости приведены в табл. 3.

Таблица 3

Вместимость грузовых фронтов ОАО «Ростерминалуголь»

№ грузовых фронтов	Наименование грузового фронта	Местоположение			Длина, м	Вместимость, ваг.
		№ пути	от пикета	до пикета		
1	Выгрузочный	4	10 + 92,50	11 + 40,00	47,5	2
2	Выгрузочный	2	10 + 87,90	11 + 35,40	47,5	2
3	Выгрузочный	10	2 + 31,00	3 + 42,20	111,2	7

Фронт № 1 специализируется на перегрузке угля с использованием вагона-опрокидывателя № 1; фронт № 2 специализируется на перегрузке угля с использованием вагона-опрокидывателя № 2; фронт № 3 специализируется на выгрузке щебня.

Заметим, что терминал ООО «Универсальный перегрузочный комплекс» мало в чем уступает по уровню своего технологического оснащения терминалу ОАО «Ростерминалуголь», но несмотря на это производственная мощность терминала ООО «Универсальный перегрузочный комплекс» меньше, чем мощность угольного терминала ОАО «Ростерминалуголь» на 1 млн тонн в год (для справки: ОАО «Ростерминалуголь» – 4 млн тонн в год, ООО «Универсальный перегрузочный комплекс» – 3 млн тонн в год).

Срок оборота 36 полувагонов с каменным углем на железнодорожных путях необщего пользования терминала ОАО «Ростерминалуголь» в летний период составляет 242 мин, или 4,03 ч; срок оборота 20 вагонов с каменным углем на железнодорожном пути необщего пользования ООО «Универсальный перегрузочный комплекс» составляет 516 мин, или 8,6 ч.

Проблема взаимодействия железнодорожного и морского транспорта в припортовых транспортных узлах, проявляющаяся, в частности, в сверхнормативном простое вагонов, еще далека от оптимальных вариантов решения. Рассмотрим основные причины ее возникновения на примере Санкт-Петербургского морского торгового порта, которые можно классифицировать по двум основным группам, а именно: причины простоя вагонов на железнодорожной станции Новый Порт и причины простоя вагонов в морском порту (рис. 1).



Рис. 1. Классификация причин сверхнормативного простоя вагонов на железнодорожных станциях и морских портах

Простой вагонов на станции в процессе подачи и уборки вагонов на грузовые фронты объясняется отсутствием сортировочной горки на станции Новый Порт и расформированием составов на вытяжных путях в основном посредством осаживания на пути сортировочного парка А и частично парка Б. Как следствие, время расформирования состава из-за большой дробности сортировки достигает 1,5–2 ч.

Простой вагонов на станции в ожидании подачи на грузовые фронты объясняется недостаточной вместимостью грузовых фронтов, следовательно, часть прибывших вагонов простаивает на путях станции в ожидании выгрузки предыдущей подачи.

Простой вагонов под грузовыми операциями в порту фактически представляет собой простой на фронтах погрузки-выгрузки и время простоя в их ожидании. Последний явно выделяется по станциям Автово и Новый Порт. Показатели потерь в Автово меньше, чем в Новом Порту, однако они также весьма значительны – превышение увеличено в 1,5–2,2 раза. Негативную роль при этом играют отсутствие складских площадей и необходимость ожидания подхода судов для перегрузки по прямому варианту. Особенно это заметно в зимние месяцы, когда из-за сложной ледовой обстановки суда не могут зайти в порт.

Простои в порту при ожидании уборки вагонов после окончания грузовых операций на грузовых фронтах объясняются, прежде всего, отсутствием возможности формирования маршрутов, которые можно отправлять со станций Автово и Новый Порт в обход станции Санкт-Петербург-Сортировочный-Московский. Усугубляется данное положение большими простоями вагонов на путях станций Автово и Новый Порт из-за неприёма поездов сортировочной станцией, отсутствия поездных локомотивов и ряда других причин.

Кроме потерь, связанных со сверхнормативным простоем вагонов, грузоотправители несут потери, вызванные недостаточностью инфраструктурного развития. К примеру, недостатки путевого развития в первом и втором районах порта не позволяют обеспечить требуемую поточность продвижения вагонов, обуславливают невозможность параллельного выполнения операций. Практика подтверждает, что простой вагонов в ожидании подачи и уборки доходит в среднем до 19 ч. К тому же малая вместимость и большое число грузовых фронтов создают определенный дисбаланс во взаимоотношениях грузоперевозчиков, вызванный вынужденным ожиданием выгруженных групп вагонов окончания грузовых операций всей партии поступивших вагонов для оформления порожних вагонов с целью их дальнейшего отправления. Среднее время ожидания окончания грузовых операций доходит до 30 ч.

Так, на станции Новый Порт после 2005 года возникла необходимость увеличения путевого развития и создания сортировочных устройств, потому что станция зажата городскими постройками и, хотя при ее проектировании была предусмотрена сортировочная система, она не построена; вследствие этого увеличился простой вагонов и загрузка путей и локомотивов.

На рис. 2 показана диаграмма простоев вагонов на станции Новый Порт.

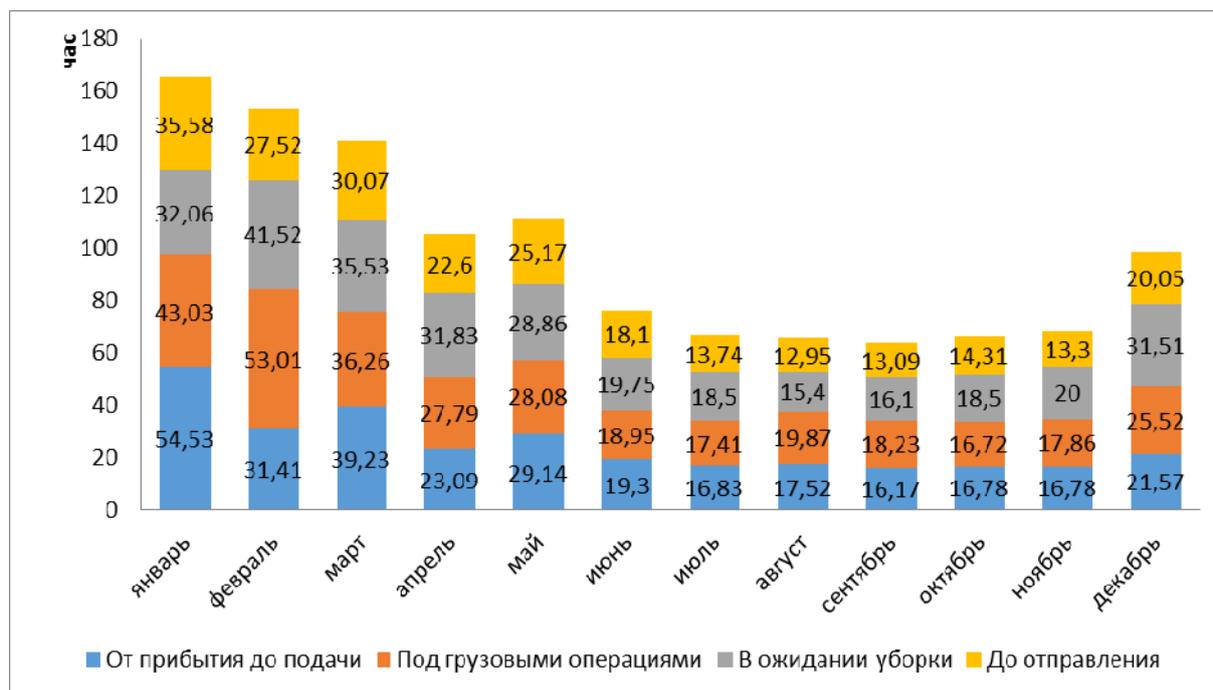


Рис. 2. Диаграмма простоев вагонов на станции Новый Порт за 2014 г.

Следует отметить, что на портовых станциях стран Европы данная проблема решается на стадии проектирования. В Российской Федерации на стадии проектирования данный фактор был учтен только при строительстве Усть-Лужского порта.

В СССР во всех проектах в перспективе предусматривалось строительство сортировочных устройств, однако они не были реализованы на многих станциях из-за малого грузооборота порта и нахождения всех вагонов в собственности МПС.

В случае отсутствия на портовых станциях сортировочных устройств вагоны необходимо отправлять на ближайшие сортировочные станции или использовать в порту районные парки, что приводит к дополнительным нагрузкам на общую сеть железной дороги, в особенности в крупных городах, и увеличению маневровой работы. Как следствие, повышается загрузка горловин и возникает необходимость увеличения путевого развития.

При обслуживании порта непосредственно с сортировочной станции отсутствуют расходы на передаточное движение, а значит и на приобретение поездных локомотивов, значительно сокращается время пребывания вагонов в узле, в связи с чем уменьшаются затраты на приобретение вагонов, отсутствуют затраты на сооружение и содержание портовой станции и районных парков.

Типовые схемы взаимного расположения железнодорожных устройств, обслуживающих морской порт, приведены на рис. 3.

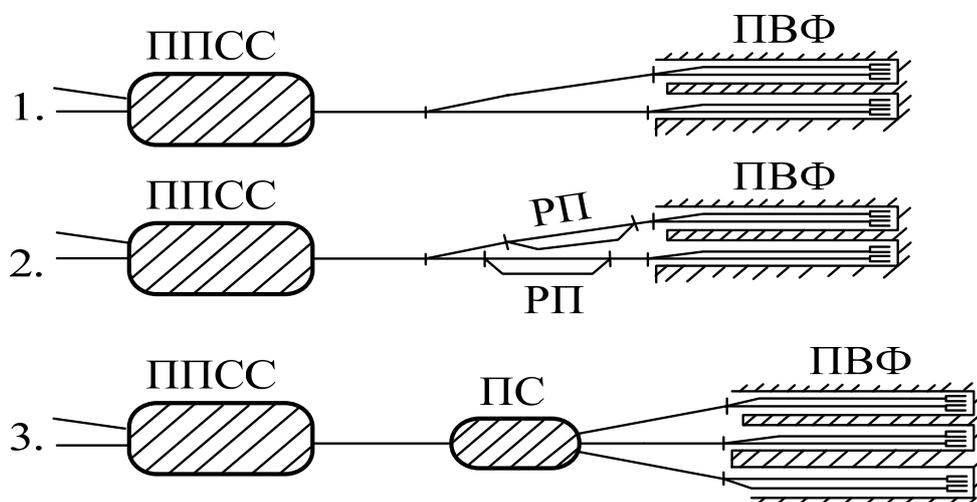


Рис. 3. Типовые схемы взаимного расположения железнодорожных устройств, обслуживающих морской порт: ППСС – предпортовая сортировочная станция; ПВФ – погрузочно-выгрузочные фронты; РП – районный парк; ПС – портовая станция [6]

При расстоянии между портом и сортировочной станцией до 2,5 км и грузообороте до 15 млн тонн и выше в год наиболее выгодной системой обслуживания порта является схема 1.

При расстоянии между портом и сортировочной станцией до 7–8 км и размерах грузооборота до 10 млн тонн и расстоянии до 12–13 км и грузообороте 5 млн тонн наиболее целесообразным становится обслуживание порта по схемам 2 и 3.

Только при расстоянии более 13 км и грузообороте более 15 млн тонн в год становится оправданным обслуживание порта по схеме 4 (рис. 4).

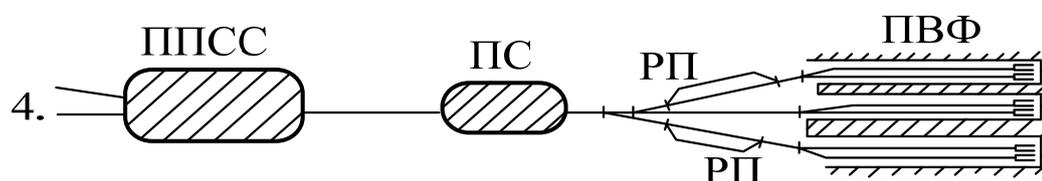


Рис. 4. Схема 4 взаимного расположения железнодорожных устройств, обслуживающих морской порт [2]

Таким образом, наиболее важными факторами являются грузооборот порта и характеристика местности, а также расстояние от порта до станции.

Следующим важным фактором является закольцованное движение в порту, которое уменьшает в 2 раза загруженность устройств.

Вывод: чтобы решить данные проблемы на станциях и в портах, необходимо правильно прогнозировать потоки. Для этого необходимо строить имитационную модель.

Для описания происходящих в порту процессов в 60–70 годы XX века учеными предпринимались попытки использовать теорию массового обслуживания (далее по тексту – ТМО) [3]. В ее основу положена теория вероятностей для решения задач с использованием уравнений Колмогорова и теории цепей Маркова. Научному сообществу известна и другая модель взаимодействия порта и железной дороги, которую в 80–90 годах XX века рассматривал С.М. Резер, положив в основу симплекс-метод [4]. Симплекс-метод включает в себя четыре основных метода: традиционный, бихевиористический, анализ выявленных предпочтений и метод, основанный на использовании теории запасов. Основные преимущества рассматриваемых методов состоят в том, что они одновременно учитывают все данные относительно всех видов транспорта и родов груза; позволяют учесть спрос на перевозки еще не существующим видом транспорта; с их помощью могут быть проверены и уточнены процессы с учетом реальных данных.

Недостатком данной модели является предположение о постоянных транспортных расходах, большой объем требуемой информации, трудоемкость количественной оценки некоторых параметров. Кроме того, модель не учитывала факторов поведения человека.

Однако проведенные исследования по применению законов распределения для описания различных процессов, происходящих в порту, показывают, что они существенно отличаются от показательного и Эрланговского, что не позволяет использовать ТМО. К примеру, в технической и научной литературе убедительно доказано, что распределение величин интервалов прибытия поездов, имеющих в составе вагоны в адрес порта, в зависимости от местных условий, может описываться γ -распределением, экспонциальным, нормальным законами распределения, время занятия элементов систем обслуживания морских портов – нормальным распределением [5]. Проведенные авторами исследования показали, что для описания процессов, происходящих в портах, целесообразно использовать нормальное распределение, так как все остальные не подходят (проверка не сходится). Достоверно описать процессы, происходящие в порту, с помо-

щью аналитических зависимостей либо ТМО невозможно. Поэтому для описания таких процессов предлагается использовать метод имитационного моделирования, который признан в настоящее время наиболее прогрессивным методом оценки процессов, происходящих в порту.

Предложенная далее математическая модель, на наш взгляд, выявит варианты оптимизации в схемах взаимодействия морского и железнодорожного транспорта.

В основу имитационной модели положен принцип имитации движения поездов, поступающих на ПВФ морского порта. В основу исчисления имитационных процессов модели взята вычислительная система MAT LAB (нейронные сети). В модели имитируется движение поездов различного назначения на участке между двумя железнодорожными объектами, непосредственно обслуживающими морской порт, например, на участках: ПС – ПВФ; ПС – РП. Имитационная модель позволяет рассматривать любую из четырех возможных типовых схем обслуживания морского порта (см. рис. 3 и 4), которые рекомендуются в технической и нормативной литературе.

Выбор вычислительной системы MAT LAB объясняется следующими доводами. Нейронная сеть – это громадный распределительный параллельный процессор, состоящий из элементарных единиц обработки информации, накапливающих экспериментальные знания и представляющих их для последующей обработки.

Для проверки достоверности результатов, получаемых в процессе использования разработанной имитационной модели, ниже приведены результаты расчетов при следующих исходных данных:

- дата, время и год прибытия грузовых поездов;
- интервал между подачами;
- количество вагонов в составе грузового поезда.

При прогнозировании желательнее применять математическую модель, которая, как было уже отмечено, является наиболее эффективной с точки зрения затрат времени на выполнение расчетов и получаемых результатов. Для упрощения поиска такой модели нейронной сети необходимо выявить закономерности изменения исследуемых вагонопотоков. С этой целью были собраны и проанализированы полученные данные за 2011–2013 годы по угольным вагонопотокам, поступающим в порт в течение 4-часовых периодов (рис. 5). Несмотря на то, что исходный ряд обладает высокой динамичностью, можно визуальным образом выделить тренд и периодическую компоненту ряда. Как видно на рисунке, колебания величин вагонопотоков, поступающих в порт, ежегодно повторяются, и наблюдается тенденция к небольшому возрастанию величины потока вагонов.

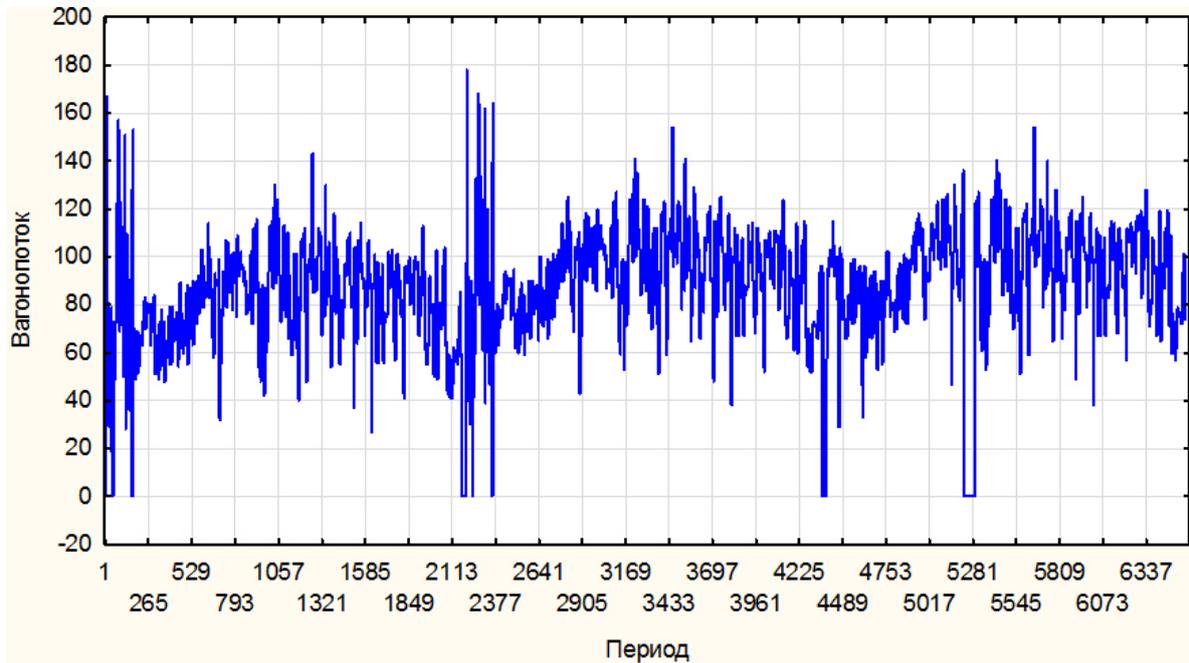


Рис. 5. Прибытие вагонов в порт в течение 4-часовых периодов за 2011-2013 гг.

Для выявления в структуре представленного временного ряда пика отклонений от тренда и определения продолжительности периодической компоненты был проведен спектральный анализ с использованием одномерных рядов Фурье. Анализ проводился отдельно для каждого из существующих видов неравномерности – годовой, квартальной, месячной, недельной, внутринедельной, суточной и внутрисуточной.

Периодограмма, построенная по данным за три года, позволяет выделить в качестве циклической составляющей 2048 периодов, которые суммарно составляют 341 день.

С учетом результатов проведенного спектрального анализа было принято решение прогнозировать количество прибывающих в адрес порта вагонов на следующие четверо суток по значениям вагонопотока за предыдущие восемь суток.

Поскольку величина грузооборота порта зависит от многих взаимосвязанных факторов, имеющих сложнзависимый, а иногда и взаимоисключающий характер, исследователю необходимо установить наиболее приемлемый для прогнозирования уровень совпадения теоретических и эмпирических данных. В этом существенную помощь оказывают методы и приемы математической статистики, дающие возможность использовать широкий круг функциональных зависимостей для прогнозирования расчетного показателя во времени. В частности, для описания изменения ве-

личины общего и железнодорожного грузооборотов порта можно использовать полином 3, 4 или 5 степени.

Следует отметить, что рассмотренные порты делятся на две группы: объединенные и одиночные порты. Анализ полиномиальных функций, позволяет заключить, что для прогнозирования изменений грузооборотов портов в пределах до пяти лет могут быть использованы: для одиночных портов – полином 3 степени; для объединенных портов – полином 5 степени. С нашей точки зрения, использование полиномиальных функций для прогнозирования результатов на более длительный период представляется нецелесообразным. Поэтому считаем, что полиномиальная функция может быть применена для корректировки данных долгосрочных прогнозов по периодам в три-пять лет при принятии окончательных проектных решений по этапности развития порта. Это обусловлено тем, что в период до двух лет, как показывает практика, разница в величине грузооборота может составлять от 0,5 до 2 млн тонн. Объясняется данное отклонение сложностью учета всех ситуаций, возникающих в ходе перераспределения грузопотоков между портами одного бассейна при реализации экономических интересов грузовладельцев.

Отсюда можно сделать вывод, что общих правил нет, каждый порт необходимо анализировать отдельно.

Библиографический список

1. Прокопьев В. Е. Морской порт как предприятие морского транспорта: особенности развития и управления в современных условиях // Транспортное дело России. – 2008. – №2.
2. Скалов К.Ю., Молярчук Г.С. Стыковые пункты транспортных узлов. – М.: Транспорт, 1977. – 184 с.
3. Шабалин Н.Н. Применение теории массового обслуживания для расчета устройств станций: курс лекций. – М.: МИИТ, 1968. – 88 с.
4. Резер С.М. Взаимодействие транспортных систем: монография. – М.: Наука, 1985. – 246 с.
5. Математические методы в эксплуатации железных дорог: учеб. пособие для вузов ж.-д. трансп. / В.М. Акулиничев, В.А. Кудрявцев, А.Н. Корешков – М.: Транспорт, 1981. – 223 с.
6. Правила и технические нормы проектирования станций и узлов на железных дорогах колеи 1520 мм : ЦД-858: утв. МПС РФ 28 июля 2000 г. / сост. Е. В. Архангельский. – М., 2001. – 253 с.

УДК 656.2

АНАЛИЗ УЧЁТА ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПУТЕПРОВОДНЫХ РАЗВЯЗОК ПО РОДУ ДВИЖЕНИЯ

А.Г. Филиппов

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» (Санкт-Петербург)

При проектировании путепроводных развязок подходов к железнодорожным узлам необходимо учитывать перспективу их дальнейшего развития, чтобы избежать значительного переустройства и связанных с этим больших капиталовложений. В статье рассмотрены особенности проектирования развязок по роду движения при последовательной и объемлющей схемах их развития.

Ключевые слова: путепроводные развязки, развязки по роду движения, железнодорожный узел, этапность развития путепроводных развязок, путепровод.

Введение

При проектировании железнодорожных станций и узлов необходимо учитывать дальнейшую перспективу их развития. На подходах к железнодорожным узлам также следует стремиться сооружать такие развязки маршрутов, которые впоследствии не потребуют значительного переустройства инфраструктуры и больших дополнительных капитальных вложений и обеспечат возможность последовательных переходов к более сложным техническим состояниям. В статье рассмотрена возможность этапного развития путепроводных развязок по роду движения со стороны примыкания к узлу трех железнодорожных подходов.

Необходимость сооружения развязок по роду движения возникает при наличии в узлах параллельно располагаемых специализированных станций (пассажирских, сортировочных, грузовых), и при этом с каждой примыкающей к узлу линии требуется принять, а также на каждую линию отправить пассажирские и грузовые поезда соответствующего направления. В свою очередь развязки по роду движения разделяют на развязки с последовательной и объемлющей схемами расположения путей.

1. Последовательная схема

Рассмотрим схемы примыкания одной, двух- и трех- двухпутных линий к параллельно расположенным сортировочной и пассажирской станциям. На рис. 1–3 представлены схемы, не учитывающие перспективу

дальнейшего развития. В примерах последовательность построения схем заключается в следующем. Главные пути линий B и B входят внутрь развязки (см. рис. 3), и на входе на пассажирскую и сортировочную станции, или на выходе с них, главные пути располагаются последовательно: первым сверху идет путь 1 линии A , затем путь 2 линии B и, наконец, путь 3 линии B . Эти пути специализируются по отправлению со станций рассматриваемого узла. Затем в такой же последовательности идут пути 1, 2, 3 линий A , B и B соответственно для прибытия поездов на пассажирскую или сортировочную станцию.

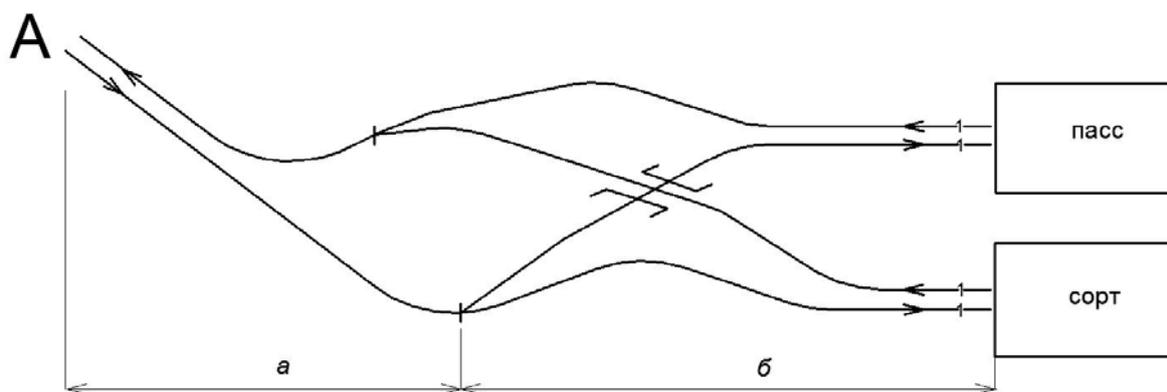


Рис. 1. Схема путепроводной развязки по роду движения с последовательным расплетением путей при примыкании одной двухпутной линии

Условно каждую из представленных схем можно разделить на две зоны: a и b . В зоне a расплетение путей происходит по направлениям движения, а в зоне b – по роду движения. Условными границами зон a и b будут служить вертикальные оси, проведенные в начале и конце рассматриваемых схем развязок, а также вертикальная ось стрелочного перевода, расположенного ближе остальных к узлу. Такой порядок расплетения путей обосновал в работе [1] профессор В.Д. Никитин. Количество пересечений и путепроводов на рассматриваемых схемах в общем виде можно определить, основываясь на теории пересечений и развязки движения, установленной академиком В.Н. Образцовым [2] и получившей продолжение в труде А.М. Корнакова [3]. В зоне a число точек пересечения составляет $\frac{n}{2}(n-1)$, а количество путепроводов равно $n-1$; в зоне b число точек пересечения $2n^2-1$, а количество путепроводов равно n . Таким образом, в рассматриваемых схемах общее количество пересечений составит $S = 2,5n^2 - 0,5n - 1$, а число путепроводов $M = 2n - 1$.

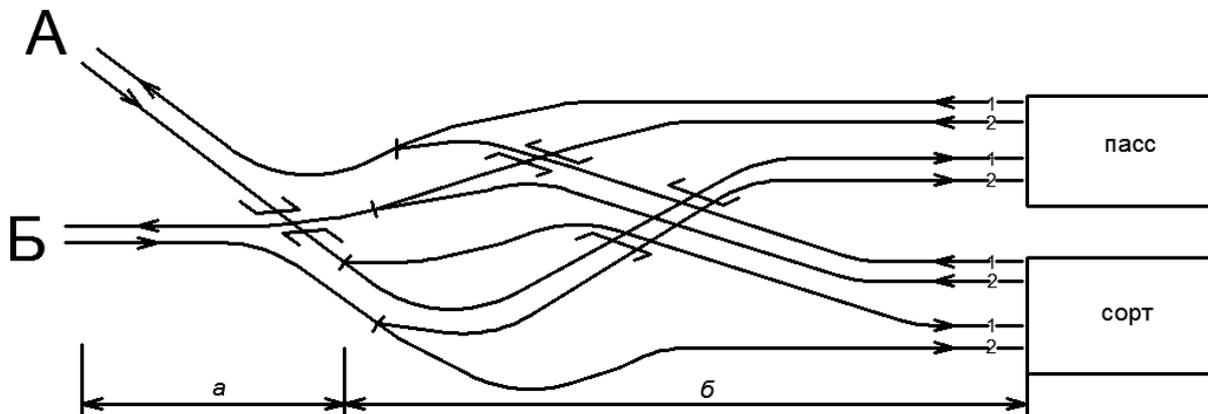


Рис. 2. Схема путепроводной развязки по роду движения с последовательным расплетением путей при примыкании двух двухпутных линий

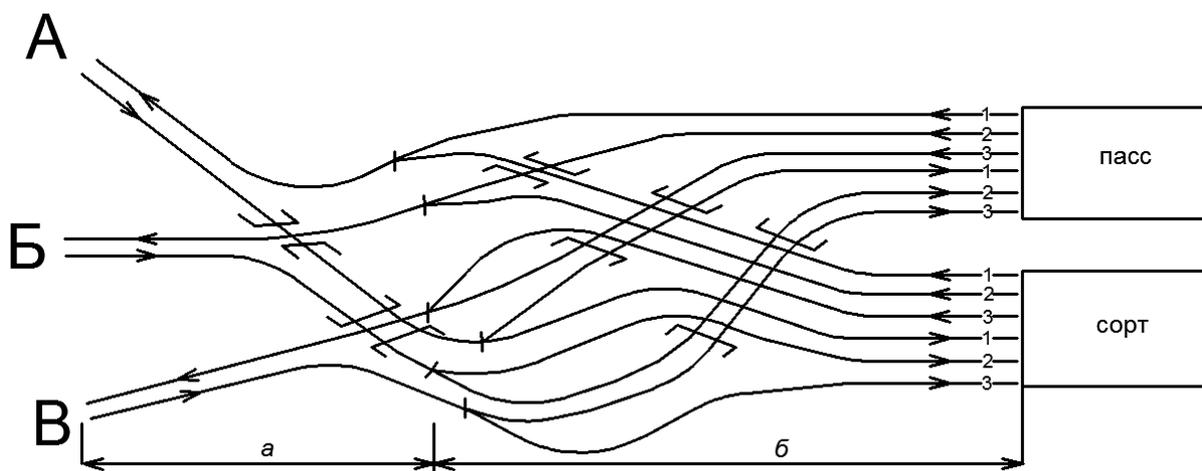


Рис. 3. Схема путепроводной развязки по роду движения с последовательным расплетением путей при примыкании трех двухпутных линий

На рис. 4, 5 представлены схемы развязок по роду движения с учетом перспективы развития. Для перехода от технического состояния 1 с примыканием одной двухпутной линии с направления А (см. рис. 4) к техническому состоянию 2 (см. рис. 5), при котором уже добавляется примыкание с направления В, не требуется переустройство существующего путевого развития. Для этого необходимо заведомо проектировать пути 1 на входе (выходе) на пассажирскую и сортировочную станции с учетом суммирования междупутий для прокладки путей 2. Положение существующего путевого развития не изменится, но необходимо будет увеличить количество пролетных строений и (или) диаметр отверстия.

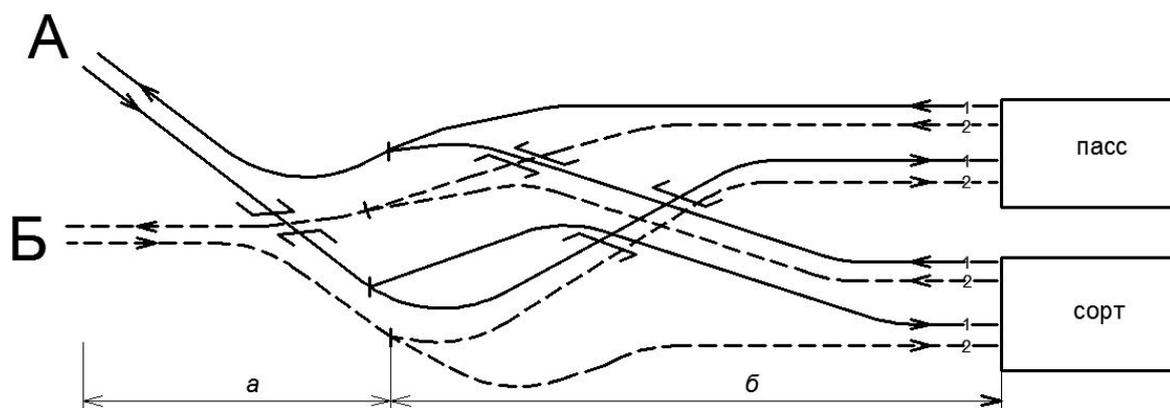


Рис. 4. Схема путепроводной развязки по роду движения с последовательным расплетением путей при примыкании одной двухпутной линии (с учетом перспективы развития)

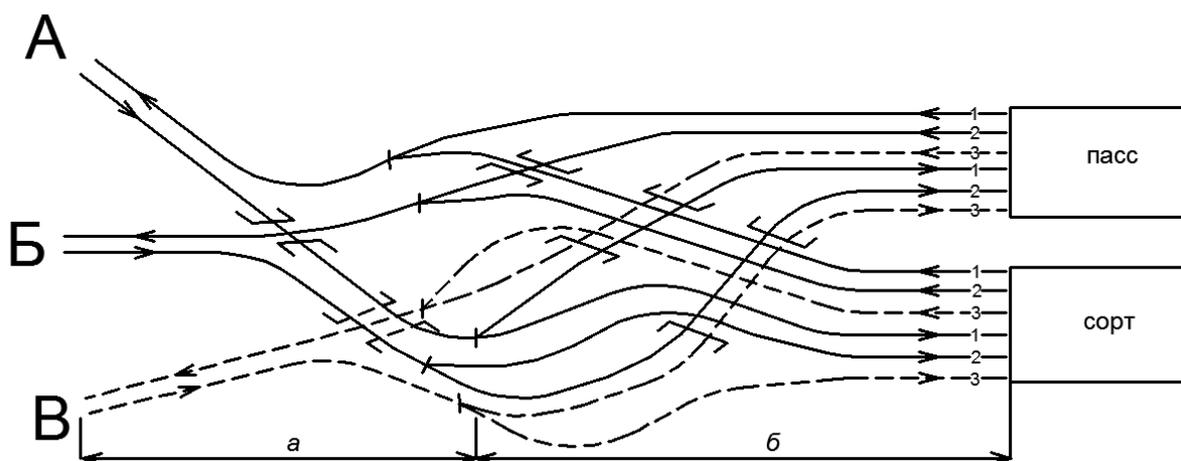


Рис. 5. Схема путепроводной развязки по роду движения с последовательным расплетением путей при примыкании двух двухпутных линий (с учетом перспективы развития)

Для перехода от технического состояния 2 к техническому состоянию 3 с тремя примыкающими двухпутными линиями (см. рис. 3) с минимальным переустройством существующего путевого развития и путепроводов потребуется помимо бронирования территории для путей сооружение дополнительного путепровода по сравнению со схемой, представленной на рис. 2. При этом, как видно на рис. 5, данный путепровод будет иметь длину, рассчитанную на перспективное включение в него пути 3 для отправляющихся с сортировочной станции поездов.

Кроме того, анализируя рассмотренные схемы, нетрудно убедиться, что с примыканием новых линий нарастание числа путепроводных развязок происходит в сторону узла. Это свидетельствует о том, что при проектировании путепроводных развязок по роду движения с последовательным расплетением путей с учетом перспективы развития необходимо стремиться к отдалению путепроводов от узла.

2. Объемлющая схема

На рис. 6–8 приведены схемы путепроводных развязок по роду движения с объемлющим расплетением путей с примыканием одной, двух и трех двухпутных линий соответственно. В отличие от последовательной схемы главные пути направлений *Б* и *В* здесь не входят внутрь развязки, а объемлют ее (см. рис. 7, 8), располагаясь симметрично относительно продольной оси развязки.

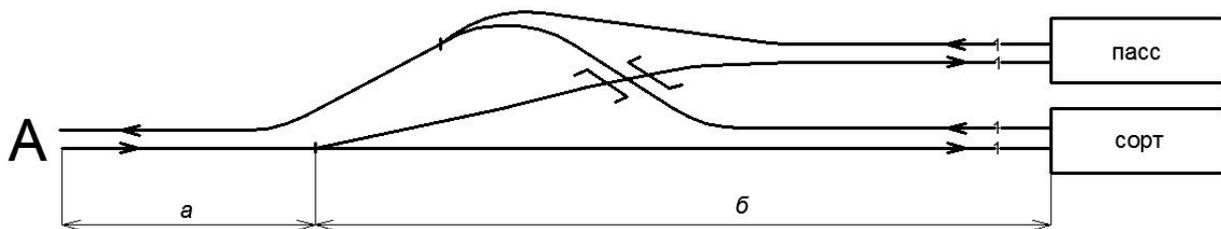


Рис. 6. Схема путепроводной развязки по роду движения с объемлющим расплетением путей при примыкании одной двухпутной линии

Для этих схем количество пересечений путей и число путепроводов в зоне *а* составляет $\frac{n}{2}(n-1)$ и $n-1$ соответственно; в зоне *б* данные значения остаются такими же, как и при последовательной схеме: число пересечений путей составляет $2n^2-1$, а количество путепроводов равно n . Таким образом, общее число точек пересечения равно $S = 3n^2 - 0,5n - 1$, а число путепроводов – $M = 2n - 1$.

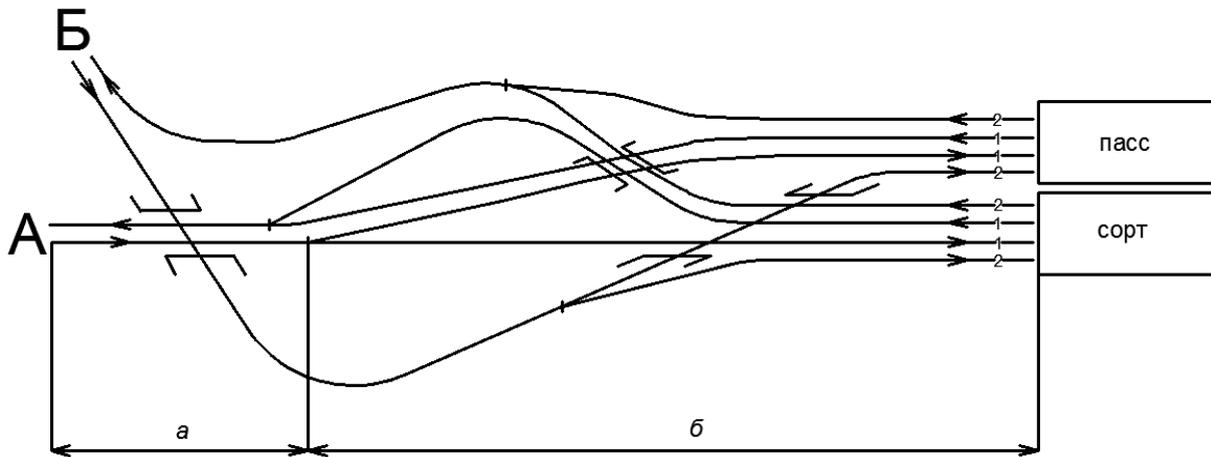


Рис. 7. Схема путепроводной развязки по роду движения с объемлющим расплетением путей при примыкании двух двухпутных линий

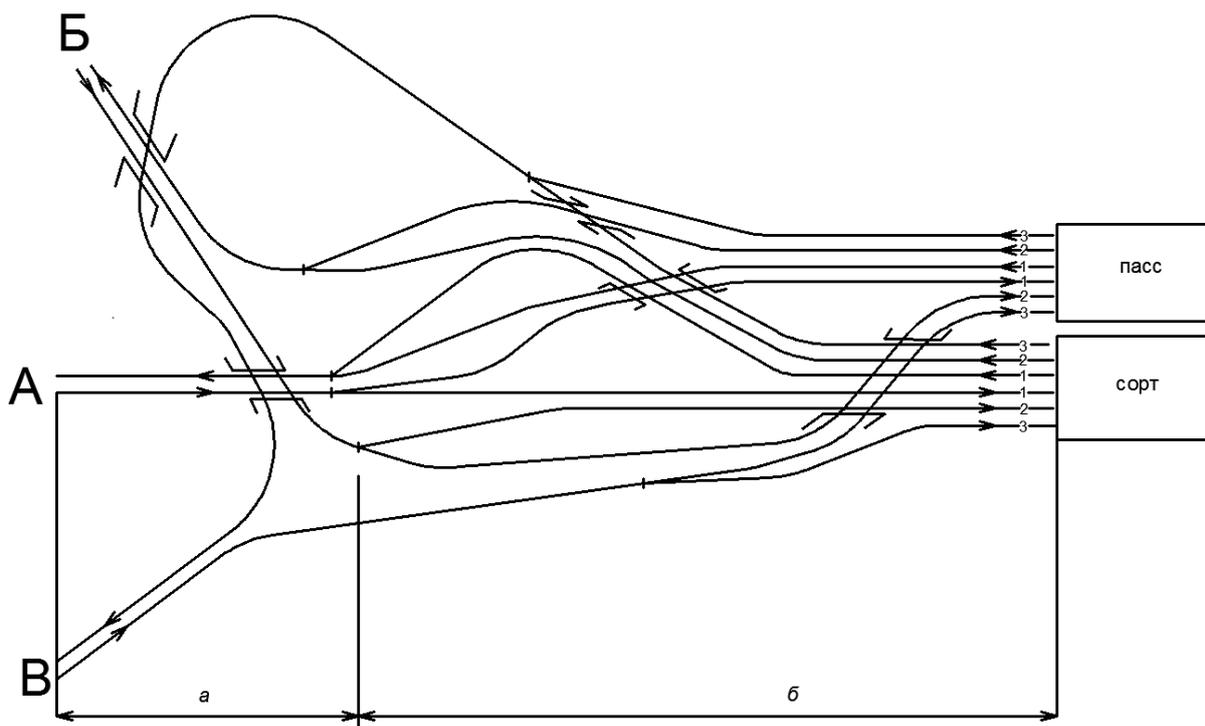


Рис. 8. Схема путепроводной развязки по роду движения с объемлющим расплетением путей при примыкании трех двухпутных линий

На рис. 9, 10 представлены схемы развязок, спроектированные таким образом, чтобы при примыкании новых линий переустройство существующего путевого развития и путепроводов было минимальным. Для перехода от технического состояния 1 (см. рис. 6, 9) с примыканием одной двухпут-

ной линии с направления *A* к техническому состоянию 2 (см. рис. 7, 10) с двумя двухпутными линиями направлений *A* и *B* без переустройства путевого развития необходимо путь 1 отправления поездов с пассажирской станции включить в путепровод, что требует сооружения путепровода с большим диаметром отверстия и количеством пролетных строений по сравнению со схемой, представленной на рис. 6. Аналогичное включение в путепровод пути 2 прибывающих поездов с направления *B* на сортировочную станцию требуется и при переходе от технического состояния 2 (см. рис. 10) к техническому состоянию 3 (см. рис. 8) с примыканием трех двухпутных линий.

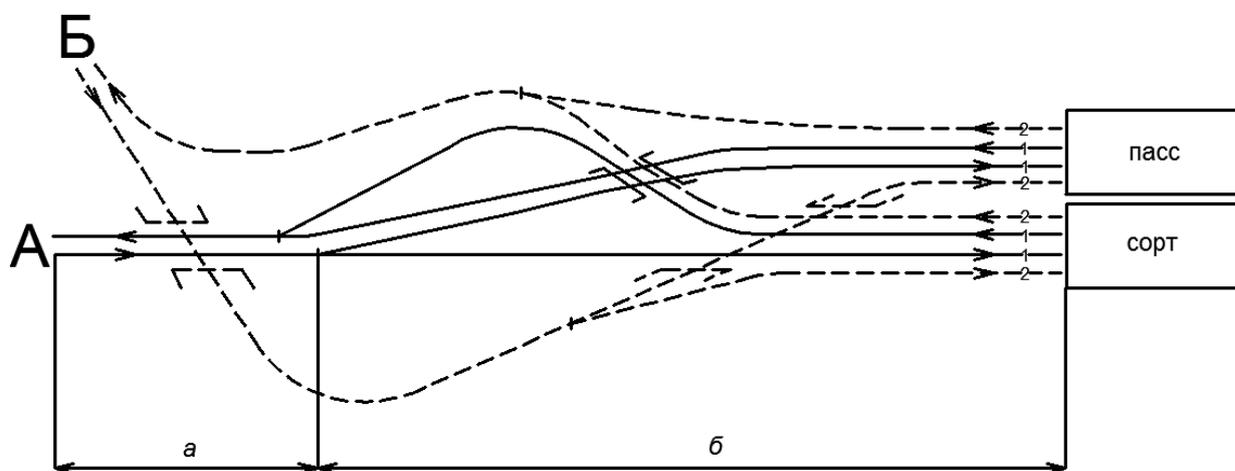


Рис. 9. Схема путепроводной развязки по роду движения с объемлющим расплетением путей при примыкании одной двухпутной линии (с учетом перспективы развития)

Удлинение зон *a* и *б* характерно и для схем с объемлющим расположением путей. Однако здесь оно более ярко выражено в сторону подходов, что является благоприятнее для перспективы развития.

Заключение

Проведя анализ возможности учета перспективы развития при проектировании путепроводных развязок по роду движения с последовательным и объемлющим расплетением путей можно сделать следующие выводы:

1) при стратегии развития развязок по роду движения, направленной на учет перспективы развития, т.е. на минимальное переустройство существующего путевого развития и путепроводов, при объемлющей схеме требуются меньшие объемы бронирования территории по сравнению с последовательной схемой, а также отсутствует необходимость сооружения на более ранних этапах проектирования дополнительных путепроводов;

2) при проектировании развязок с последовательной схемой удлинение развязок происходит в сторону узла значительно больше, чем при объемлющей схеме, что наиболее благоприятно с точки зрения учета перспективы для развязок по роду движения с объемлющей схемой расплетения путей;

3) в случае выбора стратегий без учета дальнейшего развития в развязках по роду движения как с объемлющим, так и с последовательным расплетением путей, требуется значительная перетрассировка и переустройство путепроводов.

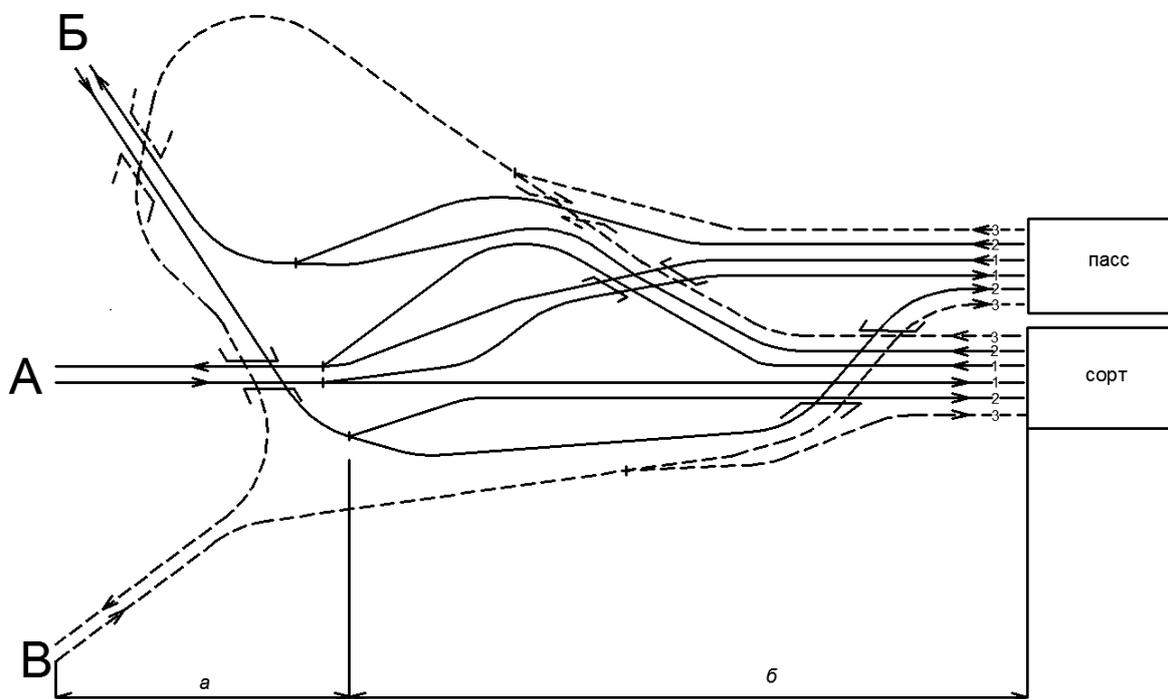


Рис. 10. Схема путепроводной развязки по роду движения с объемлющим расплетением путей при примыкании двух двухпутных линий (с учетом перспективы развития)

Библиографический список

1. Никитин В.Д. Метод построения схем железнодорожных станций // Труды МИИТ, вып. XXI. – М.: ОГИЗ-Гострансиздат, 1932. – С. 130–158.
2. Образцов В.Н. Избранные труды. В 3 т. / ред. комис.: д-р техн. наук проф. Ф.И. Шаульскийкий и др.; библиогр. очерк Ф.И. Шаульского. Т. 1. – М.: Изд-во Акад. наук СССР, 1955.
3. Корнаков А.М. Развязки железнодорожных линий в узлах. – М.: Издательство Министерства путей сообщения, 1962.

УДК 656.21.001.2+06

ФОРМИРОВАНИЕ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ УЗЛОВ

В.В. Хан

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения»
(г. Ростов-на-Дону)*

Рассмотрены условия формирования и существующие классификационные признаки железнодорожных узлов. Представлен новый метод оценки структур узлов на основе системы пяти классов с использованием модифицированной методики расчета показателей работы и оценки инфраструктуры узла на основе критериев произведений Гурвица и модифицированного критерия Гермейера. Разработано веб-приложение «Научно-методический комплекс (НМК) классификации железнодорожных узлов». Предложен вариант улучшения структуры железнодорожного узла.

Ключевые слова: железнодорожная инфраструктура, железнодорожный узел, граф узла, классификация, выборка показателей, метод оценки, критерий оценки, транспортная работа, классы узлов, веб-приложение.

Введение

В отечественной науке о транспорте железнодорожные узлы классифицируются по географическому расположению, схеме размещения основных устройств (геометрическому очертанию), численности населения, системе управления, характеру эксплуатационной работы и производительных сил прилегающих районов. Принятая разноуровневая классификация узлов с преобладающей геометрической составляющей не в полной мере отражает особенности технологии работы: направления внутриузловых поездопотоков; интенсивность работы; степень взаимодействия с другими видами транспорта; соотношение грузовых и пассажирских перевозок; уровень обслуживания предприятий, производств и населения; влияние на окружающую природную среду и др.

Существующие схемные решения железнодорожных узлов характеризуются большой степенью сложности вследствие многообразия формирующих элементов и подсистем, функционирование которых связано с наличием определенных факторов неравномерности.

1. Новый метод классификации железнодорожных узлов

В данном разделе представлен новый метод классификации железнодорожных узлов. Сама перспективная классификационная система узлов представлена в виде I, II, III, IV и V классов (табл. 1), в которых общестемный класс узла K^* включает множество показателей подклассов $K^* = \{k_1, k_2, \dots, k_n\}$, причем каждый подкласс является в свою очередь подмножеством своих показателей, так что $\forall k_n [k \in K^*]$.

Таблица 1

Классификация железнодорожных узлов

Класс	Наименование	Назначение	Признаки размещения	Баллы
I	Крупнейшие ж.-д. узлы	Ж.-д. узлы сетевого исключительно важного федерального значения, в т. ч. в международном транспортном процессе	В крупнейших городских и промышленно-транспортных агломерациях. Одна и более сортировочных станций сетевого значения	81–100
II	Крупные ж.-д. узлы (1-й тип)	Ж.-д. узлы сетевого значения на линиях общего пользования, региональные	Одна сетевая или региональная сортировочная станция	61–80
III	Крупные ж.-д. узлы (2-й тип)	Ж.-д. узлы сетевого значения промышленно-транспортных центров	Региональная сортировочная станция или промышленная	41–60
IV	Средние ж.-д. узлы	Ж.-д. узлы административных районов, добывающей и обрабатывающей промышленности	Распределительная станция, промышленная сортировочная станция	21–40
V	Малые ж.-д. узлы	Ж.-д. узлы малодеятельных линий, узлы с одной станцией	Распределительная станция	1–20

Класс узла определяется по значению критерия оценки.

Критерий оценки железнодорожного узла имеет вид

$$K_{\text{оц}} = HW_{\text{оц}}^{n1} \cdot P_{\text{оц}}^{n2} \cdot G \text{mod}_{\text{оц}}^{n3}, \quad (1)$$

где HW , P , $G \text{mod}$ – оценочные значения по критериям произведений Гурвица и модифицированному критерию Гермейера соответственно [1];

n_1, n_2, n_3 – коэффициенты, отражающие степень значимости того или иного критерия принятия решения ($n_1 = 0,33, n_2 = 0,33, n_3 = 0,34$).

Значения критерия оценки узла сведены в табл. 2.

Таблица 2

Значения критерия оценки узла [2, 3, 4]

Узел	$G(\text{mod})$ критерий	HW критерий	P критерий	$K_{\text{оц}}$
В	100	55	30	55
Л	96	56	30	54
Б	78	55	31	51
З	72	55	27	47
С	50	46	21	36
Х	64	32	16	32
К	51	34	18	31
Е	26	47	15	26
М	26	33	14	23
Ц	22	55	9	22
Р	27	29	12	21
Г	17	42	11	20
А	26	24	12	19
Т	21	26	10	18
П	13	38	10	17
Ш	20	24	7	15
Н	18	23	7	14
Ч	13	16	7	11
И	1	24	3	4

Делаем вывод, что узлы «В», «Л», «Б» и «З» относятся к 3 классу, узлы «С», «Х», «К», «Е», «М», «Ц» и «Р» – 4 класса, а узлы «Г», «А», «Т», «П», «Ш», «Н», «Ч» и «И» – 5 класса.

Оценка инфраструктуры и классификация железнодорожных узлов включает 5 этапов. Для автоматизации данной задачи создано веб-приложение «Научно-методический комплекс (НМК) классификации железнодорожных узлов» (рис. 1–5).

Научно-методический комплекс (НМК) классификации железнодорожных узлов

Ввод исходных данных

Моделирование инфраструктуры узла

Расчет уровня организации узла

Расчет показателей транспортной работы узла

Оптимизация размещения сортировочной станции в узле

Расчет класса узла

Справочные данные

Моделирование инфраструктуры узла является важной задачей и должно отвечать многим требованиям. Наиболее полно решению поставленных целей отвечает теория графов, позволяющая описывать геометрические схемы узлов и станций при помощи планарного связанного графа. Граф представляется квадратной матрицей связей. Для количественной оценки меры сложности узла разрабатываются вероятностные модели узловых инфраструктур.

Узел Р
Узел Б
Узел Т
Узел Л
Узел М
Узел П
Узел Г
Узел Ч
Узел К
Узел З
Узел Х
Узел Н
Узел С
Узел Ш
Узел А
Узел И
Узел Е
Узел В

Перейти

 ФГБОУ ВПО РГУПС Кафедра "Станции и грузовая работа"
Разработчики: Числов О.Н., Хан В.В. 2015г.

Рис. 1. Окно «Моделирование инфраструктуры узла» веб-приложения МНК классификации железнодорожных узлов

Научно-методический комплекс (НМК) классификации железнодорожных узлов

Ввод исходных данных	<p>Для количественной оценки сложности узла исследуется состояние порогового значения мощности системы в зависимости от вероятностных показателей, происходящих в ней процессов перехода в новое качественное состояние.</p> <p>Уровень организации узловой транспортной структуры (системы) или ее «избыточность» равна $R=1-(N/N_{max})$, где R – уровень относительной организации системы или «избыточность»; N – текущее (фиксированное на данный момент времени) значение неопределенности системы; N_{max} – максимально возможная неопределенность системы.</p> <p>Пояятие «R – относительная организация», находящееся в пределах от 0 до 1, позволяет сравнивать устойчивость работы узлов, имеющих различные структурные и функциональные возможности.</p> <p style="text-align: center;">Загрузить</p>
Расчет уровня организации узла	
Расчет показателей транспортной работы узла	
Оптимизация размещения сортировочной станции в узле	
Расчет класса узла	
Справочные данные	


 ФГБОУ ВПО РГУПС Кафедра «Станции и грузовая работа»
 Разработчики: Числов О.Н., Хая В.В. 2015г.

Рис. 2. Окно «Расчёт уровня организации узла» веб-приложения МНК классификации железнодорожных узлов

Научно-методический комплекс (ММК) классификации железнодорожных узлов

Ввод исходных данных

Моделирование инфраструктуры узла

Расчет уровня организации узла

Расчет показателей транспортной работы узла

Оптимизация размещения сортировочной станции в узле

Расчет класса узла

Справочные данные

Оценка технологической работы железнодорожных узлов на основе модифицированной системы показателей транспортной работы:

- транспортная производительность;
- размер движения;
- линейная плотность поездопотока;
- размер транспортного действия;
- плотность поездопотока по площади узла;
- транспортное давление ;
- грузовая интенсивность.

Расчет показателей транспортной работы узла

Анализ показателей транспортной работы включает ранжирование, отклоненные величины от среднего значения и диаграммы Парето.

Ранжирование показателей
Отклонение от среднего значения показателей
Диаграммы Парето для показателей

Перейти

ФГБОУ ВПО РГУПС Кафедра "Станции и грузовая работа"
Разработчики: Числов О.Н., Хан В.В. 2015г.

Рис. 3. Окно «Расчет показателей транспортной работы узла» веб-приложения МНК классификации железнодорожных узлов

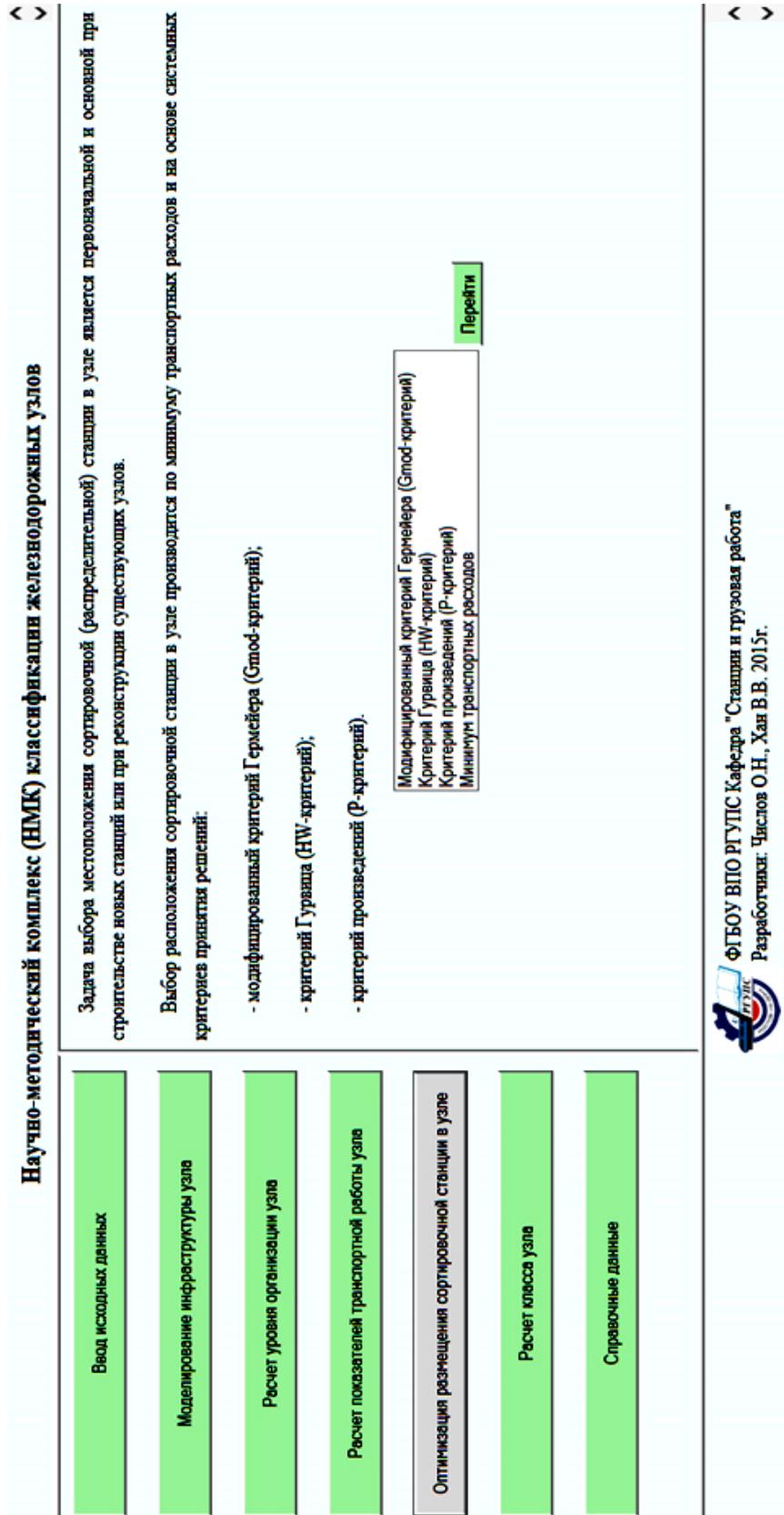


Рис. 4. Окно «Оптимизация размещения сортировочной станции в узле» веб-приложения МНК классификации железнодорожных узлов

Научно-методический комплекс (НМК) классификации железнодорожных узлов

Данная методика классификации представлена в виде I, II, III, IV и V класса, в которых обобщенный класс узла включает множество показателей подклассов, причём каждый подкласс является в свою очередь подмножеством своих показателей.

Класс	Наименование	Назначение	Признаки размещения	Баллы
I	Крупнейшие ж.-д. узлы	Ж.-д. узлы сетевого исключительно важного федерального значения, в т. ч. в междугородном транспортном процессе	В крупнейших городских и промышленно-транспортных агломерациях. Одна и более сортировочных станций сетевого значения	81-100
II	Крупные ж.-д. узлы (1-й тип)	Ж.-д. узлы сетевого значения на линиях общего пользования, региональные	Одна сетевая или региональная сортировочная станция	61-80
III	Крупные ж.-д. узлы (2-й тип)	Ж.-д. узлы сетевого значения промышленно-транспортных центров	Региональная сортировочная станция или промышленная станция	41-60
IV	Средние ж.-д. узлы	Ж.-д. узлы административных районов, добывающей и обрабатывающей промышленности	Распределительная станция, промышленная сортировочная станция	21-40
V	Малые ж.-д. узлы	Ж.-д. узлы малонаселенных линий, узлы с одной станцией	Распределительная станция	1-20

[Загрузить](#)

ФГБОУ ВПО ИРТУПС Кафедра "Станция и грузовая работа"
 Разработчики: Числов О.Н., Хан В.В. 2015г.

Ввод исходных данных

Моделирование инфраструктуры узла

Расчет уровня организации узла

Расчет показателей транспортной работы узла

Оптимизация размещения сортировочной станции в узле

Расчет класса узла

Справочные данные

Рис. 5. Окно «Расчет класса узла» веб-приложения МНК классификации железнодорожных узлов

2. Вариант совершенствования структуры узла

Важнейшим критерием при проектировании и эксплуатации транспортной сети является ее надежность. Под надежностью подразумевается способность сети продолжать объединять вершины узла при разрушении некоторых ребер в результате внешнего воздействия. Узлы различных геометрических конфигураций обладают разной прочностью.

Одним из способов оценки прочности сети является количество связей отдельных пунктов узла. Для этого введем коэффициент связей k_s :

$$k_s = \frac{2|S|}{|n|}, \quad (2)$$

где S – общее число ребер, соединяющих элементы узла;

n – число вершин сети.

Так как каждому ребру соответствуют два элемента, объединяемых этим ребром, то общее число связей увеличивается вдвое. При этом максимальное значение $k_s = n - 1$, когда все элементы связаны друг с другом.

Введем коэффициент, который характеризует скорость взаимодействия между элементами узла.

Коэффициент достижимости k_d , определяющий, какое количество промежуточных элементов нужно проследовать, чтобы добраться из пункта отправления i до пункта назначения j :

$$k_d = \frac{\sum n_{\text{тр}}}{n_i \cdot n_j}, \quad (3)$$

где $\frac{\sum n_{\text{тр}}}{n}$ – общее количество транзитных элементов;

n – число вершин узла.

В качестве примера рассмотрим узел Ч.

Исходными данными является граф железнодорожного узла Ч (рис. 6).

Коэффициент связей: $k_s = \frac{2 \cdot 5}{6} = 1,67$.

Коэффициент достижимости $k_d = \frac{10 + 10 + 4 + 4 + 6 + 6}{6 \cdot 6} = 1,11$.

Расчет количества транзитных пунктов сведен в табл. 3.

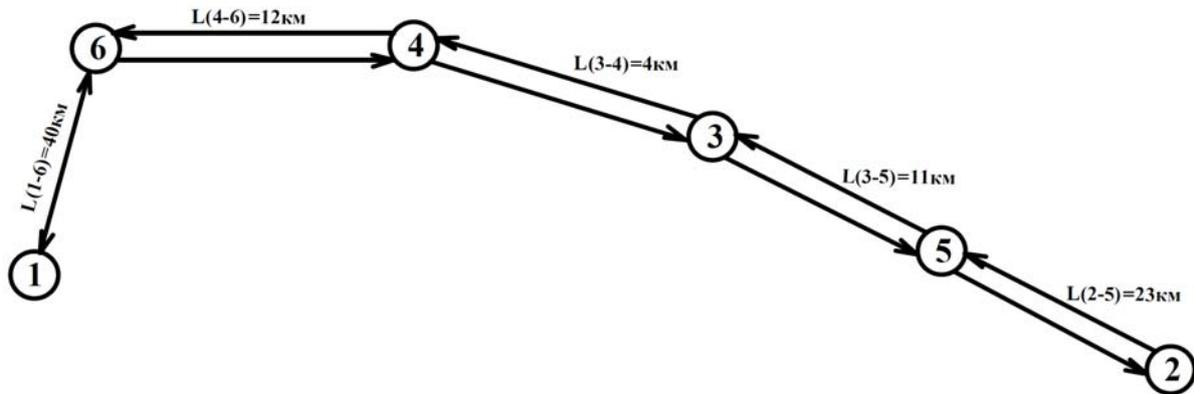


Рис. 6. Граф железнодорожного узла Ч

Таблица 3

Матрица расчета транзитных пунктов

на \ из	1	2	3	4	5	6	$\sum n_{тр}$
1	1	4	2	1	3	-	10
2	4	2	1	2	-	3	10
3	2	1	3	-	-	1	4
4	1	2	-	4	1	-	4
5	3	-	-	1	5	2	6
6	-	3	1	-	2	6	6

Добавление связей способствует улучшению взаимодействия станций узла и увеличению его надежности. При этом строительство дополнительных линий для соединения станций требует больших финансовых затрат. Выбор рациональной дополнительной связи внутри сети осуществляется по критерию минимума суммарных годовых приведенных расходов на перевозку грузов. При неизменном распределении грузопотоков между станциями узла требуется дополнительный критерий оценки вариантов – «мера транспортного тяготения» [5].

Для характеристики меры «тяготения» не объединенных связью элементов в зависимости от расстояний между ними можно использовать дробно-степенную функцию гравитационной модели:

$$W_{ij} = \alpha \frac{\sum_1^i Q_i \sum_1^j Q_j}{l_{ij}^2}, \quad (4)$$

где W_{ij} – величина транспортного потока между объектами узла;

α – коэффициент пропорциональности;

$\sum_1^i Q_i \sum_1^j Q_j$ – перерабатывающие способности i -го и j -го объектов поезда;

l_{ij} – расстояние между объектами, км.

Коэффициент пропорциональности можно определить из отношения

$$\alpha_j = \frac{P_{ij}}{P_{\text{общ}}},$$

где P_{ij} – перерабатывающая способность i и j пунктов;

$P_{\text{общ}}$ – общая перерабатывающая способность узла, поезда.

Ниже представлены матрицы перерабатывающей способности (табл. 4) и расстояний (табл. 5).

Таблица 4

Матрица перерабатывающих способностей, поезда

	1	2	3	4	5	6	$\sum Q$
Q	113	113	453	2833	170	283	3965

Таблица 5

Матрица расстояний

из \ на	1	2	3	4	5	6	$\sum l$
1		90	56	52	67	40	305
2	90		34	38	23	50	235
3	56	34		4	11	16	121
4	52	38	4		15	12	121
5	67	23	11	15		27	143
6	40	50	16	12	27		145

В табл. 6 серым цветом выделены уже существующие связи узла. По результатам расчетов следует вывод о целесообразности дополнительной ветви между 4 и 5 вершинами графа.

Таблица 6

Матрица гравитационных связей

на из	1	2	3	4	5	6
1		0,0898	2,33	87,965	0,3054	1,9962
2	0,0898		6,321	164,72	2,5919	1,2775
3	2,33	6,321		66474	100	92,956
4	87,965	164,7203	66473,594		1621,2	4375,5
5	0,3054	2,5918	100,0015	1621,2		7,5399
6	1,9962	1,2775	92,9564	4375,5	7,5399	

Аналогичным образом можно определять линии, подлежащие реконструкции.

Последовательность оценки структуры схемы железнодорожного узла представлена в виде схемы на рис. 7.



Рис. 7. Последовательность оценки структуры железнодорожного узла

Заключение

Транспортно-технологические схемы железнодорожных узлов являются сложными, многофакторными и малоисследованными.

Данное исследование железнодорожных узлов позволит выявить «узкие» места в существующих структурах узлов при насыщении транспортными связями с возможным увеличением пропускаемых поездопотоков.

В современных условиях эксплуатации транспортных систем оценка структуры железнодорожных узлов способна помочь в выборе варианта развития инфраструктуры и обосновании вопроса её достаточности, повысить качество принимаемых решений.

Библиографический список

1. Бродецкий Г.Л. Системный анализ в логистике: выбор в условиях неопределенности: учебник. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 336 с.
2. Хан В.В. Интегральная оценка показателей транспортной инфраструктуры железнодорожных узлов // сб. трудов международной научно-практической конференции «Современные аспекты транспортной логистики», посвященной 70-летию кафедры «Технология транспортных процессов и логистика». – Хабаровск: ДВГУПС, 2014. – С. 92–97.
3. Потгофф Г. Учение о транспортных потоках / пер. с нем. – М.: Транспорт, 1975. – 344 с.
4. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике / под. ред Р.Л. Добрушина и О.Б. Лупанова. – М.: Иностран. лит., 1963. – 832 с.
5. Числов О.Н., Люц В.Л. Модифицированный гравитационный метод в размещении распределительных терминалов портовых железнодорожных транспортно-технологических систем [электронный ресурс] // Инженерный вестник Дона. – 2012. – № 4. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1420>.

УДК 616.12

ПРОФИЛАКТИКА ВНЕЗАПНОЙ СМЕРТИ НА ТРАНСПОРТЕ

С.А. Бондарев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» (Санкт-Петербург)

В настоящее время проблема внезапной смерти среди работников локомотивных бригад является одной из наиболее обсуждаемых. При выполнении обследований примерно у 25% из них выявляются изменения на электрокардиограмме и у 15% диагностируются заболевания сердечно-сосудистой системы. В диагностике патологии сердечно-сосудистой системы ведущую роль играет электрокардиография. В статье рассмотрен метод дистанционной регистрации и анализа электрокардиограмм, позволяющий осуществлять автоматическое хранение и обработку врачом информации через интернет-облако. Приводятся основные сведения об отечественном приборе «Кардиометр-МТ», позволяющем реализовать указанный метод обработки электрокардиограмм.

Ключевые слова: машинисты, профилактика, телемедицина, облачные технологии, внезапная смерть, электрокардиография.

Проблема внезапной смерти является крайне актуальной в течение последних десятилетий для всех экономически развитых стран мира.

По данным Всемирной организации здравоохранения за 2010–2015 г., в целом в популяции внезапная смерть в мире развивается от 0,9 до 1,7 случаев на 1000 человек. В России данные статистических исследований аналогичны мировой тенденции, внезапная смертность отмечается от 1,04 до 1,3 случаев на 1000 человек. Чаще всего внезапная смерть на транспорте – это гибель работников, осуществляющих перевозки, и пассажиров.

По данным японских исследователей за период наблюдения в течение 6 лет (с 1997 по 2003 год), зарегистрировано 1446 случаев внезапной смерти на транспорте лиц обоего пола, средний возраст $55,6 \pm 12,3$ лет. При этом причины в 70% составили случаи проявления течения ишемической болезни сердца, в 20% – иные сосудистые заболевания и лишь 5% – другие.

По данным отечественных авторов, внезапная смертность на железнодорожном транспорте среди работников локомотивных бригад составляет 0,1 случая на 1000 машинистов локомотивов. Среди причин этих трагедий 34,2% случаев – болезни системы кровообращения. Важно отметить,

что средний возраст погибших составляет $40,9 \pm 9,3$ лет, т.е. это лица трудоспособного возраста [3].

Статистический анализ внезапной смертности в авиации в первую очередь касается пассажиров. По данным Федеральной авиационной службы США (2015 г.), в стране отмечается 25,1 случая на 1000 000 рейсов. Из них 13,1 случая связаны с болезнями сердца. В России отмечается такая же тенденция – 28,3 случая среди пассажиров на 1000 000 рейсов [4].

По нашим данным, среди 3700 человек – работников локомотивных бригад ни один пациент не предъявляет жалоб, что в первую очередь, связано с дисагравацией и риском потери престижной работы. Однако у 25% из них выявляются при обследовании изменения на электрокардиограмме и в 15% диагностируются заболевания сердечно-сосудистой системы.

У 537 пациентов (14,5% из 3700 человек) были зарегистрированы клинически значимые электрокардиографические нарушения и выявлены различные заболевания сердечно-сосудистой системы. Основными электрокардиографическими нарушениями у машинистов явились наджелудочковая экстрасистолия (у 81 из 1000 обследованных), желудочковая экстрасистолия (у 114 из 1000 обследованных), нарушения процессов реполяризации (у 130 из 1000 обследованных). Реже выявлялись СА-блокады (у 40 из 1000 обследованных), АВ-блокады (у 70 из 1000 обследованных) и пароксизмы наджелудочковой тахикардии (у 50 из 1000 обследованных). Частота выявления электрокардиографических нарушений нарастала с 0,4 до 2% за пятилетний период наблюдения.

Из 537 пациентов с электрокардиографическими изменениями у 484 (90%) диагностированы заболевания сердечно-сосудистой системы, верифицированные по МКБ-10, среди которых ведущее место занимали эссенциальная артериальная гипертензия (59%), токсическая кардиомиопатия на фоне злоупотребления алкоголем (12%), калийдефицитная кардиомиопатия (12%), воспалительные заболевания миокарда и эндокарда (4%), ишемическая болезнь сердца (2%). Ведущее место артериальной гипертензии среди всей кардиальной патологии у машинистов железнодорожного транспорта отмечается и в других исследованиях. Так, в работах А.З. Цфасмана [1] подчеркивается высокая частота развития эссенциальной артериальной гипертензии у машинистов, связываемая с высоким уровнем хронического психоэмоционального напряжения.

У 53 пациентов с изменениями на электрокардиограмме (10% случаев, или 14,3 случая на 1000) выявленные нарушения ритма, проводимости и реполяризации могли быть объяснены регулярным длительным психоэмоциональным стрессом и развитием стрессорной кардиомиопатии на фоне хронического психоэмоционального перенапряжения [2].

В диагностике патологии сердечно-сосудистой системы по сегодняшний день ведущую роль играет электрокардиография (ЭКГ). Однако со времени предложившего этот метод оценки Эйтховена сами регистраторы претерпели ряд существенных изменений. Это касается в первую очередь высокой степени компьютеризации процесса регистрации, хранения информации и ее интерпретации.

Все большее распространение получает метод дистанционной регистрации и анализа электрокардиограмм. Традиционно он подразумевает использование более или менее миниатюрного регистратора, волновой или кабельной передачи информации на сервер и экспертной интерпретации результатов специалистом. Такой подход имеет существенный недостаток в виде ограниченности доступа к данным, хранящимся на сервере. Подобных недостатков лишен принцип использования современных облачных технологий. В этом случае вся информация хранится и обрабатывается автоматически и врачом непосредственно в облаке. К нему имеют доступ неограниченное число пользователей вне зависимости от удаленности, при условии наличия соответствующего доступа (рис. 1).

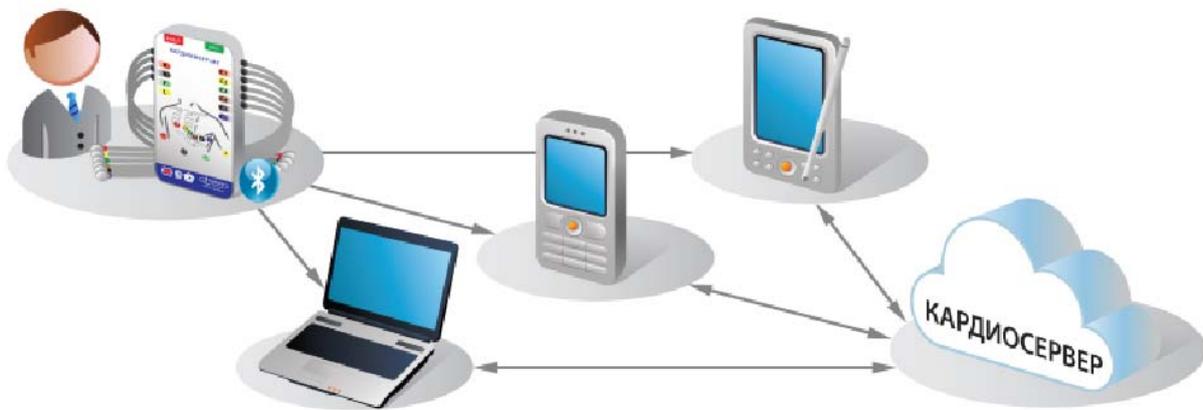


Рис. 1. Облачная технология регистрации электрокардиограммы

Наиболее ярким примером мировой практики дистанционного анализа электрокардиограмм является реализованная немецкой компанией «Биотроник» [5] регистрация и контроль ЭКГ лицам с имплантированными устройствами (стимуляторы сердечной деятельности и дефибрилляторы). Домашний мониторинг с передачей данных сотовой связью (GSM / GPRS) применен специалистами «Биотроник» в 63 странах на базе 7 300 клиник.

К преимуществам автоматической обработки и хранения ЭКГ в облачном кардиосerverе относятся следующие:

1. Синхронный съем от 1 до 12 отведений ЭКГ с помощью малогабаритных технических средств в любом месте, в любое время.

2. Моментальное получение достоверных результатов автоматической обработки снятой ЭКГ в пункте ее съема, которая выполнена при помощи мощнейшего программного обеспечения, установленного на удаленном компьютере с неограниченными вычислительными ресурсами.

3. Мгновенный доступ к результатам автоматической обработки снятой ЭКГ неограниченного числа врачей-консультантов, находящихся в любой точке Земли.

4. Совместимость формата данных с наиболее популярными МИС.

5. Архивация всех снятых ЭКГ пациента в единой базе данных.

6. Экономический эффект в виде снижения трат на расходные материалы, экономии времени и средств на «лишние» офисные визиты к врачу и, напротив, ускорение своевременного обращения к специалисту с сокращением затрат на внеплановую госпитализацию.

Указанные принципы регистрации ЭКГ с применением облачной технологии реализованы в уникальном отечественном приборе «Кардиометр-МТ» (ЗАО «Микард-Лана», Санкт-Петербург, Россия). Первые прототипы современного миниатюрного аппарата производились на этом предприятии (ранее медицинский отдел ЛНПО «Гранит») с 1968 года под руководством профессора М.Б. Тартаковского для удаленного контроля за деятельностью сердечно-сосудистой системы космонавтов на орбитальных станциях.

Сегодня «Кардиометр-МТ» состоит из регистрирующего устройства весом 100 г и размером с миниатюрный мобильный телефон и сопрягающего и передающего устройства в виде планшета с андроид- или Windows-системами, а также мощных удаленных серверов, формирующих «Облако» и осуществляющих автоматизированный анализ полученных данных. «Кардиометр-МТ» реализует экспертную систему, которая моделирует врачебные действия по расшифровке ЭКГ, производит измерение амплитудно-временных параметров ЭКГ, выносит заключения по ритму сердечных сокращений и по форме предсердно-желудочковых комплексов с общим количеством элементарных заключений более 240. Результаты экспертной оценки ЭКГ аппаратного комплекса «Кардиометр-МТ», свидетельствующие о высокой прогностической ценности используемого прибора и сопровождающего программного продукта, представлены в таблице.

**Результаты клинических испытаний «Кардиометр-МТ»
ФНИЦ им. Алмазова, N = 1435**

ЭКГ синдром	Врач		Комплекс «Кардиометр-МТ»			
	есть	нет	пропущено	ложно опознан	чувствительность, %	специфичность, %
Синусовый ритм	1330	105	18 (1,3%)	6 (5,7%)	98,7	94,3
Фибрилляция трепетание	87	1348	3 (3,4%)	9 (1%)	96,6	99
АВ блокада I степени	76	1359	6 (8%)	13 (1%)	92	99
Экстрасистолия	170	1265	8 (5%)	39 (3%)	95	97
ГЛЖ	658	779	98 (15%)	136 (17%)	85	83
БПНГ	32	1403	2 (6%)	4 (0,3%)	94	99,7
БЛНГ	16	1419	2 (13%)	1 (0,1%)	91	99,9
ОИ	216	1219	30 (14%)	36 (3%)	86	97

В практическую работу в транспортной сфере регистрация ЭКГ с применением облачной технологии внедрена в поликлинике ПГУПС. Регистрируются ЭКГ учащихся, что позволит в дальнейшем использовать эти данные для принятия верного экспертного решения в отношении лиц, занятых в профессиях, связанных с обеспечением безопасности движения на железнодорожном транспорте.

Регистрируются также ЭКГ работников университета, что значительно ускоряет и повышает качество диагностики и лечения. Пример электронного анализа и врачебного контроля показан на рис. 2.

Заключение

Использование телемедицинских облачных технологий снятия и интерпретации ЭКГ могут быть рекомендованы:

- для пациентов с целью индивидуального снятия ЭКГ по принципу «хочу, считаю нужным, на всякий случай» и т.п.;
- для врача с целью контроля эффективности терапии, реакции на пробы и редко возникающих событий в амбулаторных условиях;
- для системы профессиональной транспортной медицины путем создания единой системы регистрации ЭКГ за весь период трудовой деятельности человека: от учебы до работы и до отдыха на пенсии.

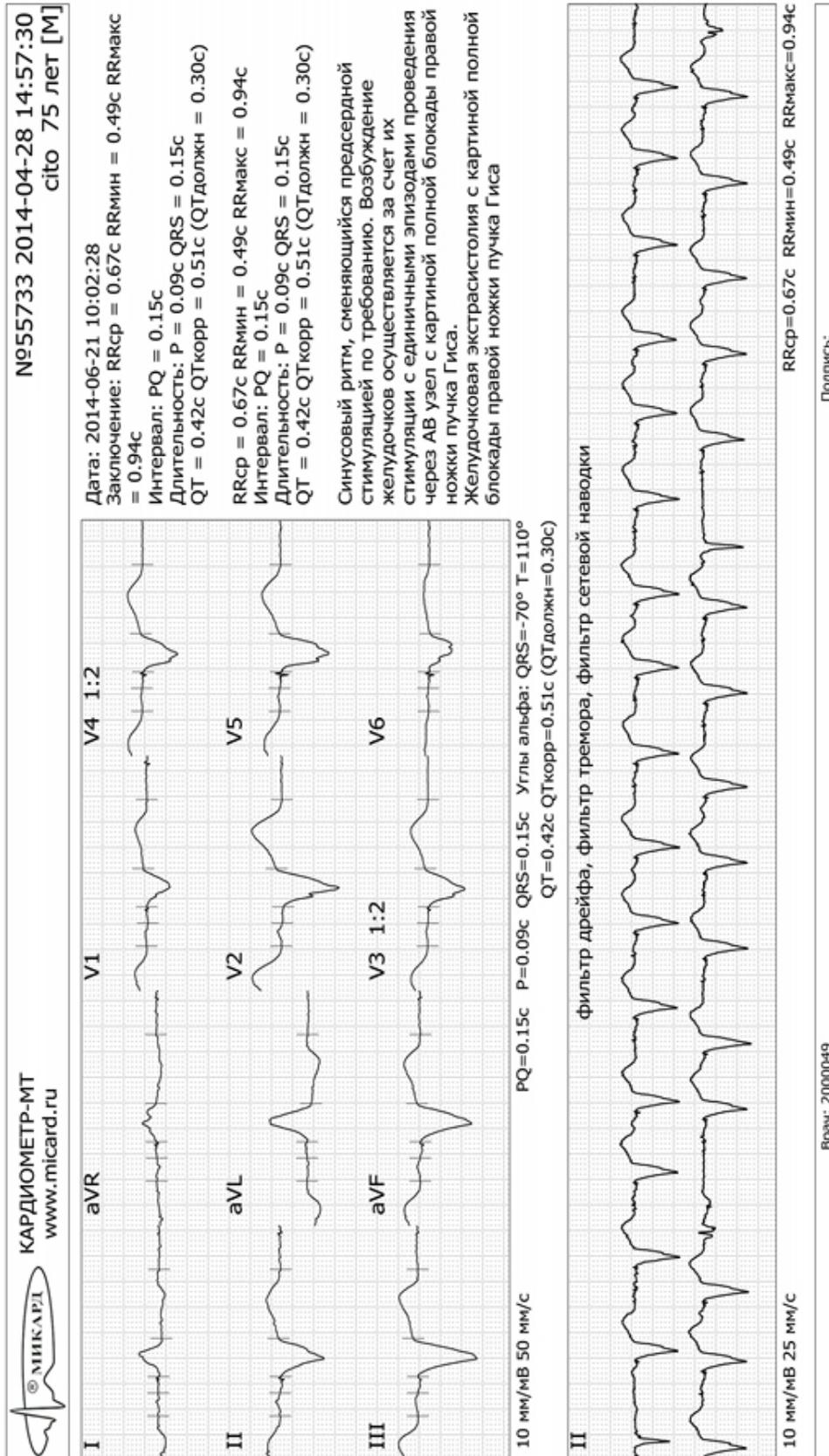


Рис. 2. Автоматическая интерпретация результатов ЭКГ мужчины 75 лет с одновременным врачом анализом этих данных

Библиографический список

1. Цфасман А.З. Внезапная сердечная смерть (и ее профессиональные аспекты). Изд. 2. – М., 2003. – 301 с.
2. Бондарев С.А. Заболеваемость сердечно-сосудистой системы у лиц, испытывающих хроническое профессиональное психоэмоциональное перенапряжение // Ученые записки СПбГМУ им. акад. И.П. Павлова. – 2011. – Т. 19, № 1. – С. 54–58.
3. Кантаев С.Н. Научное обоснование профилактики медицинских потерь на железнодорожном транспорте (социально-гигиеническое исследование) : дис. ... канд. мед. наук. – М., 2015. – 149 с.
4. Росавиация: число смертей в российском небе растет [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://print.doctorpiter.ru/articles/10151>.
5. Biotronik Россия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.biotronik.com/wps/wcm/connect/ru_ru_web/biotronik/home/biotronik.

УДК 338.24

БАЛЛЬНАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ РИСКОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

А.Е. Красковский, С.А. Денисов, С.Я. Ройтман, С.А. Вырков

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» (Санкт-Петербург)

Описывается разработанная сотрудниками Научно-исследовательского центра проблем управления на железнодорожном транспорте ПГУПС методика балльной оценки рисков предприятий железнодорожного транспорта в сфере обеспечения безопасности движения. Приведен пример расчета баллов рисков, определена многовариантность и выявлена устойчивость тенденций изменения показателей.

Ключевые слова: тенденции, риски, балльная система оценки рисков, устойчивость тенденций, предприятия железнодорожного транспорта.

Анализ состояния безопасности движения на железнодорожном транспорте свидетельствует, что, несмотря на значительный объем работы, проводимый ОАО «РЖД» в области повышения качества предоставляемых услуг и обеспечения заданного уровня безопасности движения, величина

нарушений, допускаемых на инфраструктуре компании, остается весьма высокой. Использование инструментов риск-менеджмента в сложившейся ситуации позволит снизить вероятность возникновения неблагоприятных событий и минимизировать возможные потери за счет применения механизмов глубокого анализа и прогнозирования состояния безопасности движения.

Согласно Стратегии обеспечения гарантированной безопасности и надежности перевозочного процесса в настоящее время в холдинге выстраивается система менеджмента безопасности движения на основе управления рисками, в рамках реализации которой внедряется документация по использованию методологии УРРАН (управление ресурсами на этапах жизненного цикла, рисками и анализ надежности). Реализация методологии УРРАН на начальном этапе предполагает формирование базы данных об отказах технических средств и расчет на основании полученных величин показателей безотказности, ремонтпригодности, долговечности и готовности объектов. Другими словами, УРРАН можно рассматривать как средство контроля состояния технических объектов железнодорожного транспорта. В табл. 1 приведены основные характеристики методов контроля, применяемых в настоящий момент на железнодорожном транспорте.

Таблица 1

Системы контроля на железнодорожном транспорте

Вид контроля	Объект контроля	Элементы анализа рисков	Наличие баз данных
Производственный	Техника, человеческий фактор (ЧФ)	Учет степени неисправности и квалификации персонала	Есть (фрагментарно)
Комиссионные осмотры	Техника	Учет степени неисправности	Есть (фрагментарно)
Ревизии	Техника, ЧФ, управление	Выявление организационных рисков	Нет
УРРАН	Техника	Оценка рисков по отказам	Есть

Поскольку вероятность возникновения серьезных происшествий (крушений, аварий) увеличивается с приростом числа малых негативных событий, оптимальная система контроля должна охватывать максимально возможное число факторов, негативное изменение которых может привести к нежелательным последствиям.

Анализ данных таблицы позволяет взять в качестве исходного метода контроля технологию проведения ревизий. При условии наложения на данный базис современных механизмов риск-менеджмента можно получить основу для принятия своевременных управленческих решений, направленных на упреждение неблагоприятных ситуаций.

Для решения поставленной задачи на основе анализа многочисленных актов ревизий, нормативных документов, форм отчетности и первичного учета, а также обобщения практического опыта работников ревизорского аппарата и специалистов различных хозяйств специалистами Научно-исследовательского центра проблем управления на железнодорожном транспорте ПГУПС был сформирован унифицированный перечень показателей. Система показателей сгруппирована в 4 раздела, обеспечивающих комплексность подхода: уровень безопасности движения; состояние производственной базы; характеристика персонала; качество управления. Каждый из перечисленных разделов системы представляет собой набор таблиц, подлежащих заполнению (рис. 1).

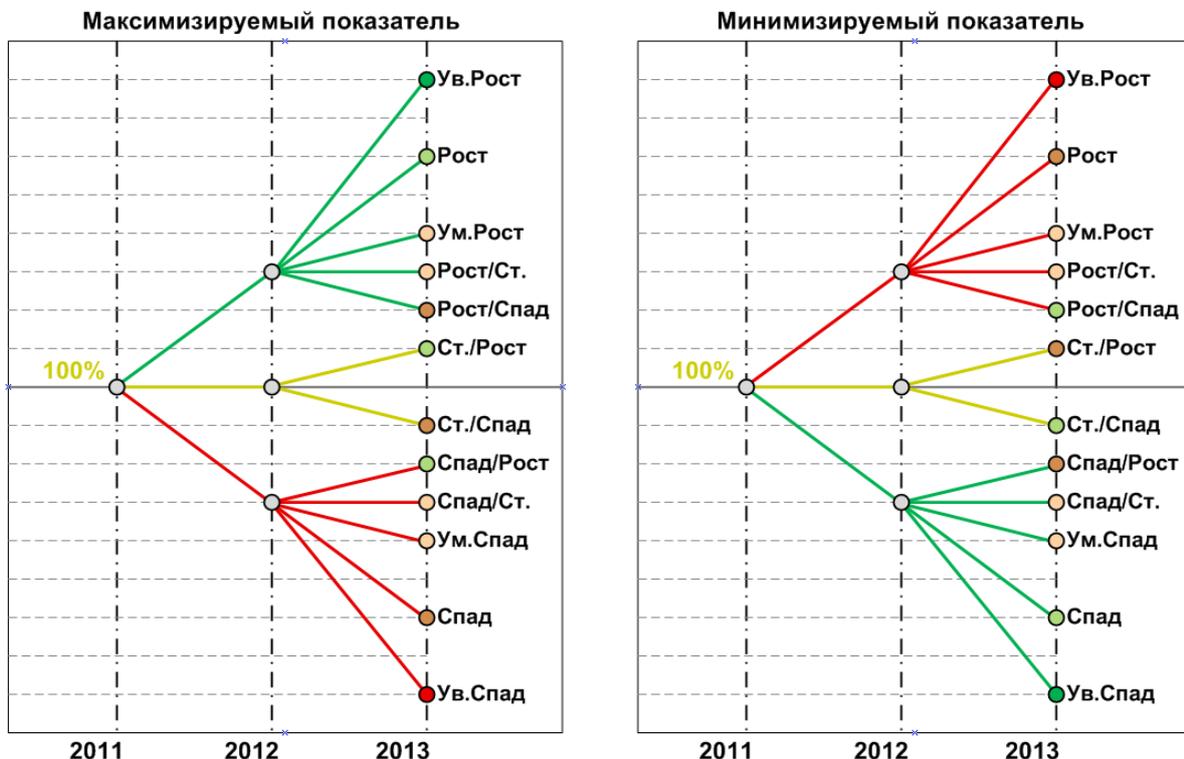
2. Состояние производственной базы (20 таблиц, 440 показателей)				
2.2.	Оснащенность механизированными инструментами, <i>тех.ед.</i>	Текущее	Норма	Δ приращения
2.2.1.	Рельсоверлильные и фаскосъемочные станки (СТР2; СТР1; СТР3; РСМ 1М; 1024 В; ФС2)	39	66	▼
2.2.4.	Сварочные агрегаты (АС; АС-А; ПС15)	3	4	▼
2.2.5.	Электрогаечные ключи и шуруповерты (ЭК1М; КПУ; ШВ2М; КШГ1)	6	38	▼
2.8.	Удовлетворительное содержание и хранение механизированных инструментов	Да/Нет		Δ приращения
2.8.4.	Рельсошлифовальные станки (МРШ3; СШ1; Станок 2152; СЧР)	Да		▲
2.8.5.	Сварочные агрегаты (АС; АС-А; ПС15)	Да		▲
2.8.6.	Электрогаечные ключи и шуруповерты (ЭК1М; КПУ; ШВ2М; КШГ1)	Да		▲
2.15.	Нарушения технологии работы, <i>число случаев</i>	Текущее	Предыдущее	Δ приращения
2.15.4.	Работы по скреплениям	2	1	▼
2.15.5.	Работы по регулировке пути	3	4	▲
2.15.6.	Работы по рельсовым цепям	92	99	▲

Рис. 1. Фрагмент заполненных таблиц по разделу 2 «Состояние производственной базы»

Всем показателям в рамках подраздела экспертным путем устанавливаются весовые коэффициенты (определяется важность критериев). При этом различают критерии верхнего (разделы), среднего (подразделы) и нижнего (показатели) уровней.

Оценка каждого показателя осуществляется на основе сопоставления его фактического значения с базой сравнения. В качестве базы сравнения может использоваться плановое значение показателя (норма) или его значения за предыдущие периоды деятельности. Анализ может проводиться для любого периода: за прошедший год, с начала календарного года до момента проверки, за несколько лет и др.

Оценка тенденций изменения показателей определяется направлением роста качества показателя. Для максимизируемых показателей положительная тенденция характеризуется восходящей, а отрицательная – нисходящей линией. Минимизируемые показатели имеют противоположные оценки. На рис. 2 представлены все варианты тенденций изменения показателя. При этом зеленым цветом выделены положительные тенденции, красным – отрицательные.



Ст. – стабильность показателя
 Ум.Рост/Спад – уменьшение роста/спада показателя
 Ув.Рост/Спад – увеличение роста/спада показателя

Рис. 2. Варианты тенденций изменения показателя

При анализе показателей за период, имеющий более двух контрольных точек (например, данные за 2011–2013 гг.), определяется устойчивость тенденций. Для этого вычисляется прирост показателей третьего Δy_{31} и второго Δy_{21} года к первому, а также отношение приростов $\Delta y^* = \frac{\Delta y_{31} - \Delta y_{21}}{\Delta y_{21}}$. Величина Δy^* является маркером устойчивости.

Нестабильность (перелом) тенденций характеризуется условием $\Delta y^* < 0$. В данном случае при расчете балла риска вводится поправочный коэффициент неустойчивости. Если отношение приращений $\Delta y^* > 1$, то фиксируется ускорение роста/спада показателя; условие $0 < \Delta y^* < 1$ означает замедление изменения; при $\Delta y^* = 1$ наблюдается стабильность роста/спада показателя.

По результатам проведенной оценки тенденций вычисляется процент показателей в подразделе, для которых приращения на выбранном временном интервале отрицательны при условии минимизации показателя и положительны – при условии максимизации. Полученной процентной величине ставится в соответствие балл риска по шкале от 0 до 500 (рис. 3). Расчет баллов риска по разделам и предприятию в целом производится путем агрегирования частных оценок.

Ключевым моментом методики балльной оценки рисков, является установление тенденций изменения показателей для решения задач обеспечения безопасности движения (ОБД). Анализ тенденций позволяет получить количественную оценку состояния безопасности движения, характеризуемую баллами рисками как для предприятия в целом, так и для отдельных элементов системы ОБД (техника, технология, персонал, управление). Результаты оценки состояния безопасности движения могут служить основанием для принятия превентивных мер, направленных на предотвращение негативных событий, формирование программы адресного финансирования и принятия своевременных управленческих решений организационного и технологического характера.

2. Состояние производственной базы (20 таблиц, 440 показателей)			
2.2.	Оснащенность механизированными инструментами, <i>тех.ед.</i>	Текущее	Норма
2.2.1.	Рельсосверлильные и фаскосъемочные станки (СТР2; СТР1; СТР3; РСМ 1М; 1024 В; ФС2)	39	66
2.2.4.	Сварочные агрегаты (АС; АС-А; ПС15)	3	4
2.2.5.	Электрогаечные ключи и шуруповерты (ЭК1М; КПУ; ШВ2М; КШГ1)	6	38
		
		Балл риска по подразделу 2.2:	480
		
2.8.	Удовлетворительное содержание и хранение механизированных инструментов	Да/Нет	
2.8.4.	Рельсошлифовальные станки (МРШЗ; СШ1; Станок 2152; СЧР)	Да	
2.8.5.	Сварочные агрегаты (АС; АС-А; ПС15)	Да	
2.8.6.	Электрогаечные ключи и шуруповерты (ЭК1М; КПУ; ШВ2М; КШГ1)	Да	
		
		Балл риска по подразделу 2.8:	100
		
2.15.	Нарушения технологии работы, <i>число случаев</i>	Текущее	Предыдущее
2.15.4.	Работы по скреплениям	2	1
2.15.5.	Работы по регулировке пути	3	4
2.15.6.	Работы по рельсовым цепям	92	99
		
		Балл риска по подразделу 2.15:	120
		
		Балл риска по разделу 2:	175

Рис. 3. Фрагмент таблиц с рассчитанными баллами риска

УДК 351.81

О НЕКОТОРЫХ ИЗМЕНЕНИЯХ В НОРМАТИВНО-ПРАВОВОМ РЕГУЛИРОВАНИИ В ОБЛАСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В.П. Фёдоров

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» (Санкт-Петербург)

Рассматривается необходимость актуализации нескольких нормативных документов по вопросам обеспечения транспортной безопасности (ТБ); особое внимание уделяется изменениям Федерального закона ФЗ-16 «О транспортной безопасности»; вводятся понятия «зона ТБ», «подразделение ТБ», «силы обеспечения ТБ».

Ключевые слова: транспортная безопасность, объекты транспортной инфраструктуры, транспортные средства, акт незаконного вмешательства.

В феврале 2014 года Президентом Российской Федерации был подписан Закон № 15-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ по вопросам обеспечения транспортной безопасности» (далее – Закон). В данном Законе произведена актуализация нескольких нормативных документов в вопросах обеспечения транспортной безопасности (ТБ).

Во-первых, особо выделяется норма, которая вносит изменения в Федеральный закон от 29 апреля 2008 г. № 57-ФЗ «О порядке осуществления иностранных инвестиций в хозяйственные общества, имеющие стратегическое значение для обеспечения обороны страны и безопасности государства». Данная норма приравнивает к деятельности, имеющей стратегическое значение для обеспечения обороны и безопасности РФ, следующие мероприятия:

- деятельность по проведению оценки уязвимости объектов транспортной инфраструктуры (ОТИ) и транспортных средств (ТС), осуществляемая специализированными организациями;
- деятельность по защите ОТИ и ТС от актов незаконного вмешательства (АНВ), осуществляемая подразделениями транспортной безопасности;
- деятельность по аттестации сил обеспечения ТБ, осуществляемая аттестующими организациями в соответствии с законодательством РФ о ТБ.

Названная норма является основополагающей. Таким образом, можно сделать вывод – стратегическое решение, касающееся ТБ, руководством страны на длительную перспективу принято.

Закон имеет несколько основных целей:

1. Минимизация бремени субъектов транспортной инфраструктуры по обеспечению транспортной безопасности ОТИ и ТС.
2. Устранение правовых пробелов в связи с экстренным принятием в 2011 году Минтрансом РФ «Требований по обеспечению ТБ по видам транспорта».
3. Актуализация некоторых положений Закона «О транспортной безопасности».
4. Введения новых понятий («зона транспортной безопасности», «подразделения транспортной безопасности», «силы обеспечения транспортной безопасности»).

Хочется остановиться подробнее на каждом из вышеуказанных пунктов. Как известно, под действие законодательства о ТБ формально попадали абсолютно все ТС, независимо от того, что или кого они перевозят.

В соответствии с изменениями под действие Закона «О транспортной безопасности» (ФЗ-16) подпадают только те транспортные средства, которые перевозят пассажиров и/или грузы повышенной опасности, т.е. грузы, которые создают опасность жизни или здоровью людей, а также окружающей среде. Соответствующее определение мы видим в обновлённом ФЗ-16. Перечни грузов повышенной опасности приводятся в нормативных правовых актах по видам транспорта.

Данная норма значительно облегчает жизнь транспортному сообществу, так как теперь нет необходимости проводить полный комплекс мероприятий по обеспечению ТБ транспортных средств, не перевозящих грузы повышенной опасности.

В Законе произведена конкретизация понятия «объекты транспортной инфраструктуры», которые подпадают под действие законодательства по ТБ.

Из сферы действия Закона выведено большинство линейных объектов и путей сообщения всех видов транспорта. Теперь нет необходимости проводить сплошное категорирование и оценку уязвимости всех автомобильных дорог, железнодорожных и внутренних водных путей, участники которых в случае необходимости обеспечения их ТБ будут определяться Правительством РФ.

Следующей нормой, которая принята в интересах субъектов транспортной инфраструктуры, является закрепление возможности субъектов своими силами проводить оценку уязвимости транспортных средств. Однако необходимость утверждения оценки уязвимости в компетентном органе не отпала. В данном случае на предприятии должен быть работник, способный оценить уязвимость транспортных средств и утвердить результаты в компетентном органе.

Необходимо также отметить законодательное закрепление возможности субъектами транспортной инфраструктуры самим определять количество этапов и сроки реализации утвержденных планов обеспечения ТБ.

Принятый Закон существенно расширяет и изменяет понятийный аппарат ФЗ-16 «О транспортной безопасности». В него вошли такие понятия как, «зона ТБ», «подразделение ТБ», «силы обеспечения ТБ».

По новому изложению ст. 4 ФЗ-16 законодательно закрепляет участие в обеспечении ТБ органов исполнительной власти субъектов РФ, а

также органов местного самоуправления в соответствии со своей компетенцией.

Теперь о нововведениях в досмотровых мероприятиях в целях обеспечения ТБ. В Законе такие мероприятия определены как:

- досмотр;
- дополнительный досмотр;
- повторный досмотр;
- наблюдение и/или собеседование в целях обеспечения ТБ.

Принятый Закон позволяет подразделениям ТБ осуществлять мероприятия по обследованию физических лиц, транспортных средств, грузов, багажа, ручной клади и личных вещей, находящихся у физических лиц, на всех видах транспорта при перемещении физических лиц в зону ТБ или её часть. Таким образом, досмотровые мероприятия, проводившиеся до настоящего времени исключительно в аэропортах и составлявшие часть авиационной безопасности, на законном основании можно будет осуществлять и на других видах транспорта.

Организация всех досмотровых мероприятий возлагается на субъекты транспортной инфраструктуры и/или перевозчиков, которую будут обеспечивать подразделения ТБ устройствами, обеспечивающими обнаружение оружия, взрывчатых веществ или других предметов, в отношении которых установлен запрет или ограничение на перемещение в зону ТБ.

Основная норма в ФЗ-16 по силам ТБ и досмотровым мероприятиям теперь регламентирована в статьях 12.1–12.3, которых до этого не было.

Законом введены изменения в статью «Информационное обеспечение в области ТБ» ФЗ-16, устанавливающие эффективный механизм формирования данных о пассажирах и персонале ТС при осуществлении пассажирских перевозок.

Законом вводится ещё одно новое определение – «соблюдение ТБ», которое подразумевает выполнение физическими лицами, следующими либо находящимися на ОТИ или ТС, требований, которые будут установлены Правительством РФ. Таким образом, для пассажиров и персонала будут установлены требования по соблюдению ТБ, за невыполнение которых законопроектом предусмотрена административная ответственность такая же, как за неисполнение требований по обеспечению ТБ субъектом транспортной инфраструктуры.

Для обеспечения реализации законодательных нововведений потребовалась корректировка действующих и разработка новых нормативных правовых актов в сфере обеспечения ТБ. В общей сложности в развитие норм Закона уже подготовлены 16 постановлений Правительства РФ и 9

ведомственных приказов (некоторые уже вступили в силу), устанавливающих ряд новых требований по обеспечению ТБ.

В заключение хотелось бы отметить, что последующие годы, после принятия Закона, будут сложными как для субъектов транспортной инфраструктуры, так и для органов государственной власти в части адаптации к новым законодательным нормам в области ТБ.

УДК 656.21

ДОКАЗАТЕЛЬСТВО БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ – ЧТО И КАК ДОКАЗЫВАТЬ?

С.А. Вырков

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» (Санкт-Петербург)

В статье рассмотрен вопрос развития системы менеджмента безопасности движения поездов путем внедрения методологии доказательства безопасности перевозок на железнодорожном транспорте. Изложены новые подходы к анализу показателей безопасности перевозочного процесса на основе параметрического и рангового методов.

Ключевые слова: доказательство безопасности, ранговый метод оценки показателей, риски в области безопасности движения поездов, балльная оценка рисков, сертификация, система обеспечения безопасности движения, менеджмент безопасности.

1. Актуальность вопроса

Важнейшим условием организации перевозочной услуги на железнодорожном транспорте является безопасность движения (БД). Потребитель услуги должен быть уверен в сохранности груза и своевременной доставке его к месту назначения, а пассажир – в отсутствии угрозы для жизни и здоровья. Каким образом перевозчик будет гарантировать выполнение подобных требований?

Для получения права доступа к основному виду деятельности транспортным и энергетическим компаниям необходимо предъявить доказательную базу о безопасности функционирования их систем. На основании объективных данных и экспертных оценок для предприятий авиационного транспорта, атомной промышленности, зарубежных железных дорог выдается сертификат безопасности на определенный срок, являющийся документальным подтверждением обеспечения требуемого уровня безопасности. На отечественном железнодорожном транспорте такая практика пока не нашла своего применения, ее эквивалентом являются многочисленные внутренние проверки предприятий. Вместе с тем имеются нормативные, организационные и экономические предпосылки для перехода к сертификации безопасности железнодорожных транспортных систем.

Объектами внимания, от которых зависит БД, являются система управления, ресурсы, технические средства, технологии, персонал. Для каждого из них существуют свои критерии воздействия на безопасность. Если их влияние негативное, то создаются риски. Существующий подход к обеспечению БД включает два направления: первое – диагностирование рисков и их устранение, второе – проведение профилактических мероприятий и создание условий, исключающих (минимизирующих) само появление рисков. К последним относятся внедрение новых технических средств и технологий, развитие информационных систем, разработка отраслевых стандартов в области безопасности, совершенствование системы учета случаев нарушений БД, применение системы менеджмента качества. Эти и другие меры позволили в десятки раз снизить количество нарушений с тяжелыми последствиями за последние полвека.

На железных дорогах в странах Европейского Союза в последнее время начинает преобладать система внутреннего контроля, которая состоит в формировании необходимой доказательной базы («safety case» – портфель безопасности), где содержится вся необходимая информация о надежности и безопасности транспортной системы. В соответствии с этим перевозчик, декларируя тот или иной уровень БД, обязан принимать все необходимые меры для его достижения, чтобы оставаться конкурентоспособным на рынке транспортных услуг. Применение подобного подхода целесообразно и на железных дорогах РФ. Задачей настоящей статьи является изложение основ методологии доказательства безопасности движения применительно к железнодорожным транспортным системам.

2. Терминология

Что понимать под термином «доказательство БД»? В европейском стандарте EN 50126-1:1999 Railway applications – The specification and demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS) указанный термин трактуется как документальное подтверждение выполнения установленных требований для конкретного рассматриваемого устройства (системы, компонента, технического средства) [1, 2].

Различные виды перевозок на железнодорожном транспорте характеризуются различными степенями обеспечения безопасности движения. Для скоростного и высокоскоростного движения предъявляются повышенные требования к обеспечению безопасности, несколько ниже требования для обычного пассажирского движения, при выделенных грузовых линиях требования могут быть еще ниже. Связано это с экономической целесообразностью обеспечения безопасности перевозок.

В российском отраслевом стандарте ОАО «РЖД» СТО РЖД 1.02.031-2010 УРРАН «Программа обеспечения функциональной безопасности объектов железнодорожного транспорта» представлено определение уровня полноты безопасности. Под ним понимается число, характеризующее степень уверенности того, что объект будет выполнять заданные функции безопасности в течение определенного времени. В этом контексте доказательство безопасности можно трактовать как оценку соответствия фактического уровня безопасности движения определенному уровню полноты безопасности. Подобный подход позволяет не только подтверждать и гарантировать определенную степень обеспечения БД, но и может быть использован как инструмент для управления БД на различных участках, маршрутах или коридорах [3].

С учетом вышесказанного можно дать следующее определение: доказательство безопасности движения – это установление уровня полноты безопасности системы, объекта или процесса по результатам их мониторинга, а также подтверждение достижения требуемого уровня на основе объективных свидетельств.

3. Перспективные методы оценки состояния БД

Аналитические методы доказательства БД базируются на исследовании численных значений и динамики показателей, характеризующих состояние безопасности движения. Их задачей является установление (прогноз) принадлежности параметра к области нормативных значений, например, износ основных фондов (норматив – 30% при фактическом значении 27% выполняется), процент оснащённости технологическим обо-

дованием и оснасткой (норматив 100% при фактическом значении 80% не выполняется) и др.

В отсутствие нормативного значения показателя часто используют сравнение достигнутого показателя с показателем за предыдущий период, который условно считается нормативным. Применение данного метода оправдано при большом количестве разнородных показателей. В качестве аналитического метода, оценивающего БД по совокупности показателей, предлагается метод агрегирования частных показателей (или параметрический метод).

3.1. Метод агрегирования частных показателей по БД

Данный метод используется для оценки четырех групп показателей:

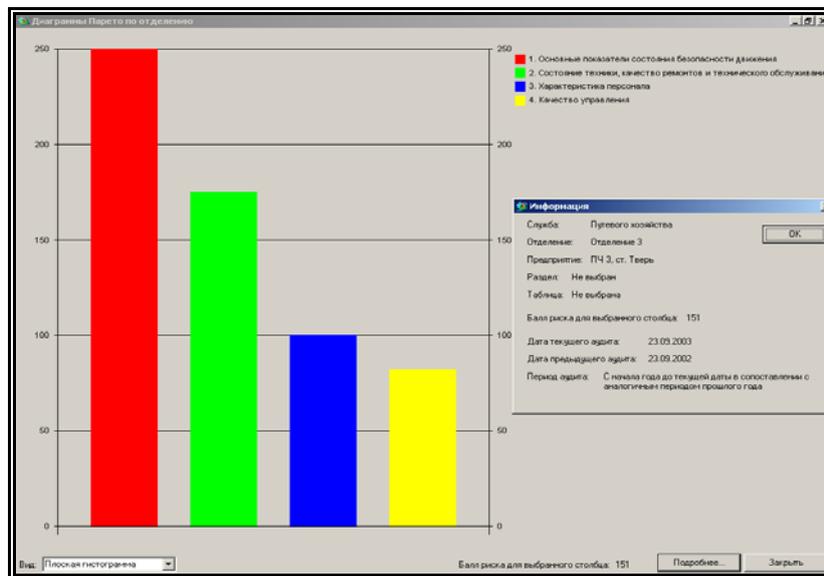
- показатели состояния безопасности движения (число нарушений безопасности движения за отчетный период, число отказов, задержек поездов, грубых нарушений правил технической эксплуатации и др.);
- состояние технических средств, ремонтной базы, качество технологических процессов;
- характеристики персонала;
- качество управления.

С помощью специальной прикладной программы производится расчет балла риска по отдельным таблицам, разделам и в целом по объекту исследования. Например, если отдельной таблицей является наличие исправного оборудования, то при 100% наличии балл риска равен 0, при 80–90% балл риска – 100, при 70–80% – 200, 60–70% – 300, 50–60% – 400, менее 50% – балл риска 500 – самый высокий (пример на рис. 1, а). Суммируя баллы риска по таблицам, разделам (показателям состояния безопасности, техники, персонала, качества управления), можно получить итоговый балл риска.

Каждый из приведенных на графике разделов может быть декомпозирован и представлен в виде диаграммы. Так, например, на рис. 1, б приведен пример диаграммы баллов риска по разделу «Основные показатели состояния безопасности движения» для одной из дистанций пути Октябрьской железной дороги. К данному разделу относятся следующие показатели:

- грубые отступления от норм содержания пути и сооружений;
- грубые нарушения правил технической эксплуатации, инструкций и приказов;
- показатели технического состояния пути и сооружений;
- длительность задержек поездов и другие показатели.

а)



б)

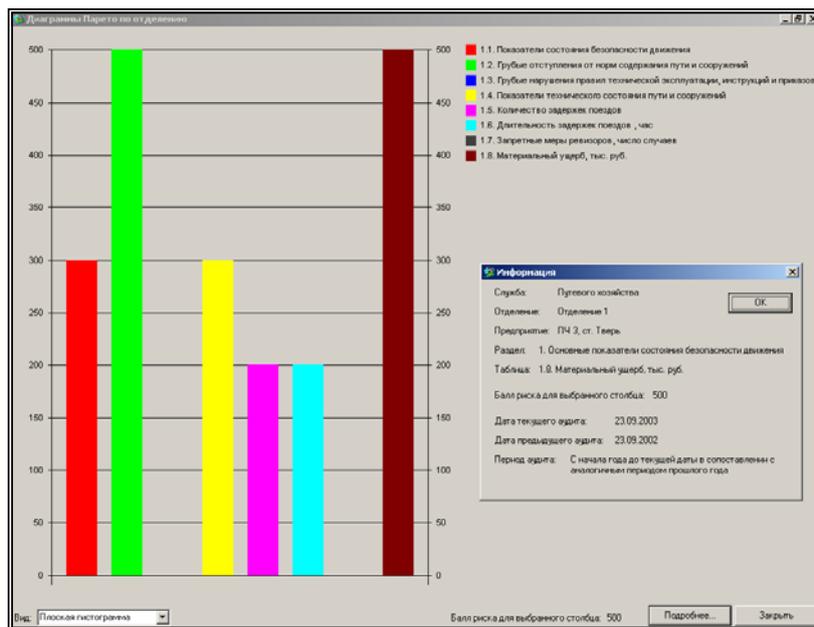


Рис. 1. Баллы риска для предприятия Октябрьской железной дороги:
 а – баллы риска по разделам для дистанции пути;
 б – баллы риска по разделу «Основные показатели БД» для ПЧ-3

Суммируя баллы рисков по всем разделам, можно определить состояние системы обеспечения безопасности движения для каждого исследуемого предприятия (рис. 2).

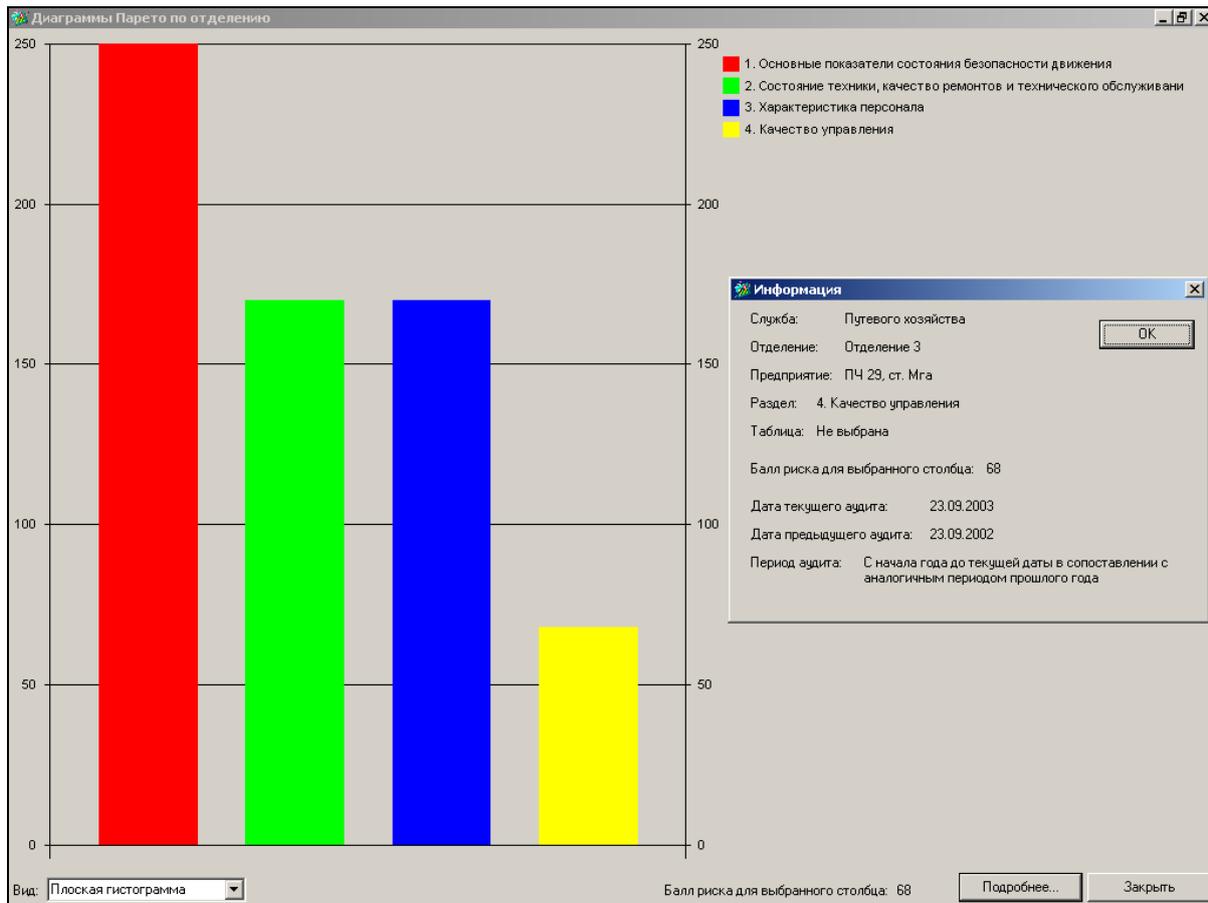


Рис. 2. Баллы риска по четырем разделам для предприятия Октябрьской железной дороги

Параметрический метод позволяет предупреждать «узкие места» в обеспечении безопасности движения (техника, кадры, управление) и формировать перечень мероприятий по парированию рисков.

Отнесение фактического значения параметра к определенной шкале означает установление ранга. Поэтому описанный параметрический метод можно называть ранговым. Другой разновидностью рангового метода является оценка состояния БД с учетом динамики показателей.

3.2. Ранговый метод оценки динамики показателей

Когда идет речь об оценке БД по тенденциям, на практике чаще всего применяется знаковый метод оценки, суть которого заключается в сравнении достигнутых показателей с предыдущим периодом (например, 1 год). Если для сравнения берется более длительный интервал наблюдения, то в этом случае может быть применен так называемый ранговый метод оценки. Суть данного метода заключается в разбиении всей выборки пока-

зателя БД на несколько равных частей (рангов) и оценке ранга последнего значения.

Предположим, что существует выборка значений показателя безопасности движения (например, количество нарушений БД) за определенный период времени:

$$x_1, x_2, x_3 \dots x_n,$$

где x_i – i -е значение показателя безопасности.

Период наблюдения при анализе ранговым методом должен составлять несколько временных интервалов. Для присвоения того или иного ранга безопасности при $n = 5$ разобьем всю совокупность показателей на четыре равные части:

$$d = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{4},$$

где d – шаг ранга;

x_{\max} – максимальное значение показателя безопасности;

x_{\min} – минимальное значение показателя безопасности.

После определения шага ранга формируется ранговая система:

$$[x_{\min}, x_{\min} + d) = R_1$$

$$[x_{\min} + d, x_{\min} + 2 \cdot d) = R_2$$

$$[x_{\min} + 2 \cdot d, x_{\min} + 3 \cdot d) = R_3$$

$$[x_{\min} + 3 \cdot d, x_{\min} + 4 \cdot d) = R_4.$$

Если значение x_i выборки попадает в эту систему, порождается событие $Q_{i,j}$:

$$x_i \in R_j \rightarrow \{Q_{i,j}\}_{i=5, j=4},$$

где x_i – показатель БД;

R_j – j -й ранг безопасности;

$Q_{i,j}$ – событие принадлежности i -го значения показателя j -му рангу.

Возможны несколько вариантов изменения ранга безопасности за исследуемый период. Остановимся на одном из них. В качестве примера рассмотрим динамику относительного показателя БД для локомотивного хозяйства ОАО «РЖД» (рис. 3). Так, в период 2009–2013 гг. этот показатель изменялся согласно приведенному графику в шкале рангов.

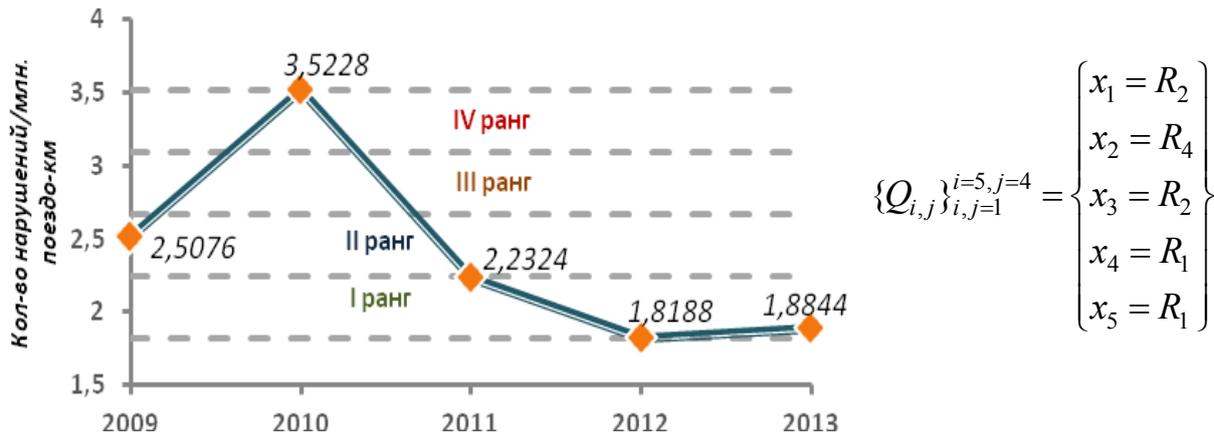


Рис. 3. Изменение показателя в шкале рангов

В представленном примере отрицательная динамика наблюдается за период 2009–2010 гг., причем в 2010 г. приведенный показатель имеет наихудший (четвертый) ранг. Начиная с 2011 года, характер тренда меняется, при этом в 2012 и 2013 гг. показатель попадает в наилучший (первый) ранг, что и определяет, в целом, положительную динамику. Преимуществом такого способа оценки является возможность установления характера тенденций и оценки качества системы управления безопасностью.

Для оценки таким способом многих показателей в совокупности рассматривается несколько выборок:

$$x_1, x_2, x_3 \dots x_n,$$

$$y_1, y_2, y_3 \dots y_n,$$

$$\vdots$$

$$z_1, z_2, z_3 \dots z_n.$$

В результате ранговой оценки в качестве примера получаем:

$$\begin{aligned} Q_{5,1}^x &= \{x_5 \in R_1\} \Rightarrow \{R_{x_5} = 1\}, \\ Q_{5,1}^y &= \{y_5 \in R_3\} \Rightarrow \{R_{y_5} = 3\}, \\ &\vdots \\ Q_{5,1}^z &= \{z_5 \in R_1\} \Rightarrow \{R_{z_5} = 2\}. \end{aligned}$$

Результирующий ранг может быть определен суммированием частных рангов с учетом весовых коэффициентов показателей a_i , при условии, что $\sum_{i=1}^I a_i = 1$:

$$R_{\text{итог}} = 1 + \lfloor a_x \cdot R_x + a_y \cdot R_y \dots a_z \cdot R_z \rfloor,$$

где $\lfloor X \rfloor$ – целая часть числа.

При реализации процедуры доказательства БД целесообразно использование как параметрического метода, так и метода ранговой оценки динамики показателей. Первый метод позволяет сформировать систему показателей обеспечения БД и проводить сравнительную оценку по ключевым элементам (управление, техника, персонал). Второй метод направлен на оценку тенденций изменения показателей БД и прогнозирования дальнейшего изменения уровня безопасности [4].

Представленные методы доказательства БД являются основой для принятия решения о сертификации системы обеспечения БД. Основным критерий для выдачи сертификата безопасности определяется величиной допустимого уровня аварийности. Возможными показателями нормирования уровня БД могут быть:

- 1) вероятность гибели человека;
- 2) интегральное значение риска, устанавливаемое исходя из наилучшей практики (транспортные предприятия с наилучшими показателями становятся «эталонном» для других);
- 3) ранговое значение интегрального показателя;
- 4) требования по наличию и содержанию компонентов системы обеспечения БД.

Применение данных тех или иных способов нормирования зависит от целей и задач по обеспечению БД. Наиболее простыми способами являются третий и четвертый.

4. Предоставление гарантий безаварийной работы железнодорожного транспорта

Для подтверждения сохранения (повышения) достигнутых показателей по безопасности движения необходимо периодически формировать документ, в котором были бы отражены мероприятия, направленные на совершенствование системы обеспечения БД. Таким документом может быть программа парирования и профилактики рисков в области БД.

Она включает в себя такие разделы, как план ликвидации «узких мест» в обеспечении безаварийных перевозок и подтверждение безопасности движения для любых изменений. Ниже приводятся примеры возможных изменений и способов парирования возникающих при этом рисков:

1. Передача на аутсорсинг работ, связанных с обеспечением безопасности. Для обеспечения безопасности рекомендуется сертификация предприятий на выполнение требований стандартов ISO 9001, IRIS.

2. Сокращение персонала. Управленческими мерами парирования рисков являются повышение качества планирования мероприятий по обеспечению безопасности и перевод работников на более эффективные формы оплаты труда.

3. Внедрение новых технологий без должной проработки вопросов ресурсного обеспечения, закупка новых технических средств без технологии их обслуживания. Для снижения возникающих рисков рекомендуется выбор поставщиков на альтернативной основе, отладка сквозных производственных процессов, включающих ресурсное обеспечение.

4. Снижение качества поставляемой продукции. Парирование рисков осуществляется за счет усиления входного контроля, а в системном плане – путем использования международных стандартов и методик при заключении договоров (IRIS, методика принятия решений 8D и др.).

В случае неудовлетворительного состояния безопасности движения программа парирования и профилактики рисков может быть дополнена разделами, направленными на подтверждение безопасности ключевых процессов обеспечения БД. К ним относятся: подтверждение наличия эффективной системы управления безопасностью, план мероприятий по повышению надежности технических средств и план по обеспечению безопасности со стороны обслуживающего персонала.

Заключение

Внедрение в практику методологии доказательства безопасности движения следует рассматривать как комплексную предупредительную меру в системе ее обеспечения. Доказательство можно рассматривать как

механизм управления БД на различных участках, маршрутах или коридорах и приведения их к требуемому уровню безопасности. Применение данной методологии позволит упорядочить ревизии, усилить внутренний контроль и повысить в целом экономическую эффективность системы обеспечения безопасности движения. Представленный подход также позволяет объективно оценивать достигнутый уровень безопасности движения, ставить цели по его сохранению (повышению), а также планировать все необходимые мероприятия и ресурсы для достижения поставленных целей.

Разработанная Научно-исследовательским центром проблем управления на железнодорожном транспорте ПГУПС методика доказательства в настоящее время утверждена Советом по железнодорожному транспорту государств – участников Содружества и применяется в международном сообщении на пространстве 1520.

Библиографический список

1. CENELEC EN 50126: Railway Applications – The Specification and Demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS). 1998.
2. CENELEC EN 50126-2: Railway Applications: Dependability for Guided Transport Systems. Part 2: Safety. 1999.
3. Обеспечение безопасности движения и предупреждение травматизма на железнодорожном транспорте / В.И. Галеев, Ф.П. Пищик, В.И. Егоренко.– Минск: Полымя, 1994.
4. Красковский А.Е., Фортунатов В.В. Прорывные управленческие технологии на железнодорожном транспорте: монография. – СПб.: ФГБОУ ВПОС ПГУПС; М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2012. – 340 с.

РАЗДЕЛ 4. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ

УДК 004.89

ПОДХОД К ВЫБОРУ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В СФЕРЕ ЛОГИСТИКИ С ПОМОЩЬЮ АЛГОРИТМА ТАКАГИ–СУГЕНО

А.И. Титов, А.Д. Хомоненко

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» (Санкт-Петербург)

Рассмотрена задача выбора программного обеспечения (ПО) в сфере логистики, проведен анализ основных показателей оценки и определены основные группы показателей. Для выбранных показателей обосновывается целесообразность применения алгоритма нечеткого вывода Такаги–Сугено и предлагается модификация алгоритма, адаптированная под выбор ПО, с помощью экспертных оценок. Приводятся результаты численного эксперимента, где в качестве исходных данных были выбраны системы управления проектами.

Ключевые слова: принятие решений, выбор программного обеспечения, нечеткий вывод, алгоритм Такаги–Сугено, системы управления проектами.

Введение

По мнению многих специалистов, программное обеспечение для автоматизации в сфере логистики оказывает сильное влияние на эффективность работы предприятия [1, 2]. Используемые системы, такие как *ERP* (системы планирования ресурсов предприятия), *CRM* (системы управления взаимоотношениями с клиентами), *WMS* (системы управления складом) или системы управления проектами, зависят от большого числа требований, поэтому их выбор может оказаться сложной задачей. Наиболее широко используемый способ выбора – использование оценки эксперта или группы экспертов. При этом, если задействована группа экспертов, необходимо предусмотреть вычисление и согласование оценки, основываясь на полученных мнениях.

Таким образом, методика сравнения ПО должна удовлетворять следующим требованиям:

- независимость методики расчета от количества и состава показателей;
- корректная обработка субъективных оценок экспертов;
- возможность использования весов показателей;
- возможность использования дополнительного параметра расчета для определения веса оценки эксперта;

- высокая наглядность и умеренная трудоемкость вычислений.

Среди существующих методов выбора наибольший интерес представляют методы принятия решения (парных сравнений Саати, продукционные системы с четкими правилами, алгоритмы нечеткого вывода) [3–6]. Здесь описывается алгоритм нечеткого вывода Такаги–Сугено для решения задач выбора программного обеспечения. Предлагается вариант модификации алгоритма, состоящий в учете весов показателей важности сравниваемых программных продуктов. С его помощью проводится сравнение систем управления проектами.

1. Характеристика показателей систем управления проектами

К системам управления проектами предъявляется большое число требований, которые могут сильно различаться в зависимости от объема проекта, выбранной методологии и многого другого. Современные системы управления проектами должны включать приложения для решения следующих задач:

- планирование задач;
- составление расписания;
- управление бюджетом;
- распределение ресурсов;
- общение между участниками проекта;
- документирование.

Как следует из списка решаемых задач, системы управления проектами обладают широкой функциональностью и основываются на большом количестве показателей. Кроме того, при выборе могут учитываться субъективные оценки экспертов, например, стоимость внедрения, быстрота обучения.

Наиболее значимые показатели могут складываться из нескольких факторов, в частности, на итоговую стоимость решения влияют:

- модель использования;
- количество необходимых лицензий;
- комплект поставки.

Оценки экспертов по этим факторам могут существенно различаться в зависимости от потребностей проектной команды и существующих условий. Оценивание функциональности может включать еще большее число факторов, с еще большим количеством внешних условий. Поэтому для сравнения подходов к оценке все факторы, наиболее влияющие на оценку эксперта, были разделены на несколько основных групп показателей. Каждая группа показателей может получить оценку либо по сумме оценок всех

показателей, либо как субъективная общая оценка по всей группе. Полученные группы показателей представлены в табл. 1.

Таблица 1

Группы показателей систем управления проектами

Показатель	Описание	Обозначение
Стоимость	Оценка стоимости приобретения и сопровождения	A ₁
Скорость обучения	Время обучения работе с системой	A ₂
Функциональность	Функциональная глубина	A ₃
Интегрируемость	Возможности интеграции с внешними системами	A ₄

Согласование оценки внутри групп показателей, а также по всем группам целесообразно вычислять на основе одного из алгоритмов нечеткого вывода – Мамдани, Такаги–Сугено, Ларсена и др. Сравнительный анализ алгоритмов показывает, что в нашем случае целесообразно использовать алгоритм нечеткого вывода Такаги–Сугено, отличающийся невысокой трудоемкостью и приемлемой точностью.

2. Реализация алгоритма Такаги–Сугено для выбора СУП

При одинаковой значимости различных показателей сравниваемых программных средств (в нашем случае СУП) общая оценка *i*-й СУП при использовании алгоритма Такаги-Сугено вычисляется по формуле [5]

$$y_i = \sum_{j=1}^n x_{ij} \times c(x_{ij}).$$

На практике состав и значимость различных показателей существенно зависит от конкретной ситуации, поэтому вполне очевидным решением представляется необходимость добавления в оценку значимости отдельных показателей (*z_j*) и нормировки так, чтобы выполнялось условие

$$\sum_{j=1}^n z_j = 1.$$

В результате общая оценка *i*-й СУП будет вычисляться по формуле

$$y_i = \sum_{j=1}^n x_{ij} \times c(x_{ij}) \times z_j,$$

где n – число показателей, используемых при выборе;

y_i – суммарная оценка качества продукта по i -му правилу;

x_{ij} – оценка j -го показателя i -го правила;

c – вес j -го показателя i -го правила;

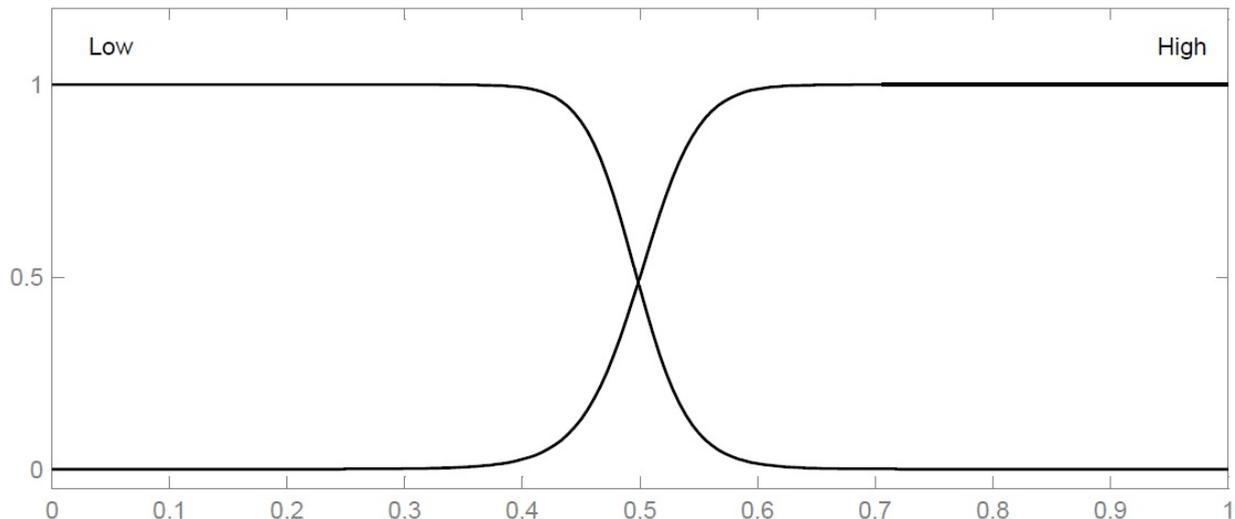
z_j – значимость j -го показателя для всех типов СУП.

Таким образом, правило оценки i -го программного продукта можно представить в общем виде следующим образом:

$$\text{ЕСЛИ } c_{i1}(x_{i1}) = A_{i1}(x_{i1}) \text{ И } c_{i2}(x_{i2}) = A_{i2}(x_{i2}) \dots \text{ И } c_{in}(x_{in}) = A_{in}(x_{in}),$$

$$\text{ТО } y_i = \sum_{j=1}^n x_{ij} \times c(x_{ij}) \times z_j.$$

Функции принадлежности выбраны таким образом, что наименьший вес имеют средние значения. Вид функций принадлежности для весов показателей при условии использования двух вариантов оценки показателей (A_{ij} : Высокое (*High*) и Низкое (*Low*)) приведен на рисунке.



Функции принадлежности для весов показателей

Вычисляя значение функции $c(x)$ для значения x_{ij} показателя по каждой СУП, получаем значение веса показателя c_{ij} .

3. Построение базы правил и вычислительный эксперимент

С учетом вида функций принадлежности для показателей СУП, приведенных на рисунке, правила для выбора с 4 показателями имеют вид

$$\text{ЕСЛИ } x_{i1} = \text{Низкое} \text{ И } \dots \text{ И } x_{i4} = \text{Низкое} \text{ ТО } y_i = \sum_{j=1}^4 c_{ij}(x_{ij}) \cdot z_j.$$

Таким образом, количество правил в базе для одного сравниваемого программного продукта есть c^n , где n – число показателей, используемых при выборе. В частности, при 4 показателях мы имеем 16 правил.

Покажем рассмотренный подход на примере сравнения двух продуктов: *Oracle Primavera* и *Spider Project*. Расчет итоговой оценки по каждому продукту проводится при помощи модифицированного метода Такаги–Сугено. На первом этапе формируется база правил для модифицированного алгоритма и вычисляется оценка по каждому правилу. После вычисления оценки по всем правилам определяется итоговая оценка:

$$y = \frac{\sum_{i=1}^m c_{\min}(y_i) \times y_i}{\sum_{i=1}^m c_{\min}(y_i)},$$

где $c_{\min}(y_i)$ – результат выполнения логической операции min-конъюнкции всех показателей в i -м правиле.

В табл. 2 приведены значимости показателей СУП, определенные на основе экспертной оценки. Наиболее значимыми показателями в нашем примере являются стоимость и функциональность.

Таблица 2

Значимости показателей

j	A_1	A_2	A_3	A_4
z_j	0,3	0,2	0,3	0,2

После расчета всех параметров вычисляется оценка качества для каждой альтернативы. Согласованные оценки экспертов по выбранным показателям представлены в табл. 3.

Таблица 3

Оценки программных продуктов по выбранным показателям

Продукт	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
Oracle Primavera	0,4	0,5	0,9	0,5
Spider Project	0,6	0,6	0,6	0,4

На основе оценок по показателям вычисляются значения функций принадлежности для каждого правила. После вычислений по всем правилам для каждого продукта производится вычисление подусловий и дефаззификация выходной переменной:

$$y_{primavera} = \frac{\sum_{i=1}^m c_{\min}(y_i) \times y_i}{\sum_{i=1}^m c_{\min}(y_i)} = \frac{1,015176}{2,101663} = 0,483035;$$

$$y_{spider} = \frac{\sum_{i=1}^m c_{\min}(y_i) \times y_i}{\sum_{i=1}^m c_{\min}(y_i)} = \frac{0,606417}{1,176} = 0,515661.$$

Из приведенных результатов можно сделать вывод, что предпочтение следует отдать СУП *Spider Project*. Итоговая оценка по выбранным показателям для этого продукта оказалась выше.

Для сравнения приведем пример расчета без использования нечеткой функции весов показателей:

$$y_{primavera} = \sum_{j=1}^4 x_{ij} \times z_j = 0,4 \times 0,3 + 0,5 \times 0,2 + 0,9 \times 0,3 + 0,5 \times 0,2 = 0,59;$$

$$y_{spider} = \sum_{j=1}^4 x_{ij} \times z_j = 0,6 \times 0,3 + 0,6 \times 0,2 + 0,6 \times 0,3 + 0,4 \times 0,2 = 0,56.$$

Как видим, в отсутствие использования функции весов показателей итоговая оценка заметно отличается. Более высокую оценку в данном варианте расчета получает *Oracle Primavera*.

Вывод

По результатам численных экспериментов можно заключить, что оценка с использованием нечеткого вывода больше соответствует требованиям к методу обоснования выбора продуктов. Предложенный подход может быть применен к выбору различных видов ПО, используемого для автоматизации бизнес-процессов в сфере логистики, например, *ERM*, *CRM* или *WMS* системам.

Дальнейшие исследования целесообразно продолжить с практическим применением предложенного подхода для выбора других программных продуктов, а также формализации ряда сложно определяемых параметров, таких как «Функциональность», «Стоимость».

Библиографический список

1. Евтеева Е.В. Взаимосвязь логистики и информационных технологий организации // Вестник ВУиТ. – 2011. – №17.
2. Рыжкова Н.Г., Аксенов К.А., Неволлина А.Л. Анализ информационных систем поддержки принятия решений в сфере логистики // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – №6.
3. Шварц Д.Т. Интерактивные методы решения задачи многокритериальной оптимизации. Обзор. – Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электр. журн. 2013. – С. 245-264. <http://technomag.bmstu.ru/doc/547747.html>.
4. Лотов А.В., Поспелова И.И. Многокритериальные задачи принятия решений: учеб. пособие. – М.: МАКС Пресс, 2008. – 197 с.
5. Takagi T., Sugeno M. Fuzzy Identification of Systems and Its Applications to Modeling and Control // IEEE Trans. Systems, Man, and Cybernetics, vol. 15, no. 1, 1985. – Pp. 116–132.
6. Ma J., Lu J., Zhang GQ. Decider: A fuzzy multi-criteria group decision support system. Knowledge-Based Systems 2010; Pp. 23–31.

УДК 004.942

ПОДХОДЫ К ПОСТРОЕНИЮ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ГОРОДСКОЙ ЛОГИСТИКИ

Я.А. Селиверстов, С.А. Селиверстов

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук (Санкт-Петербург)

Проведен обзор существующих технологий транспортно-логистического мониторинга и технических систем сбора транспортной информации, произведена постановка задачи построения информационно-аналитических систем городской логистики. Рассмотрены подсистемы идентификации и аутентификации, местоопределения и распознавания состояний подвижных и стационарных объектов городской транспортно-логистической системы. Построена структурная модель информационно-аналитической системы городской логистики.

Ключевые слова: системы городского транспортного мониторинга, технологии идентификации, аутентификации, местоопределения, распознавания состояний объектов управления.

Введение

В ситуации массовой автомобилизации населения мегаполисов, стремительного сокращения пропускных способностей транспортных сетей и, как следствие, возрастающей аварийности и смертности возникает необходимость внедрения интеллектуальных систем управления транспортом и логистикой.

Использование недостоверных данных, полученных посредством единичных опросов, приводит к построению ложных транспортно-логистических моделей, сводит на нет эффективность принимаемых управленческих решений.

Внедрение систем достоверного сбора информации, построение на их основе виртуальной модели городской транспортно-логистической системы (ГТЛС), позволяющей отображать реальные закономерности транспортно-логистических процессов, – актуальная задача сегодняшнего дня.

1. Анализ предметной области

Исследования проблем построения эффективных систем городского транспортно-логистического мониторинга активно ведутся в настоящее время российскими и зарубежными научными коллективами. Среди последних публикаций, отметим следующие: в работе [1] предложена система видеомониторинга транспортного потока (ТП) на основе алгоритма,

способного обрабатывать видеопоток в реальном времени со скоростью 20 кадров/с и регистрировать подвижные объекты по характерным признакам; в работах [2, 3] для сбора транспортных данных предлагается система на основе локальных детекторов на выделенных участках дорожной сети; в работах [4–6] исследуются способы построения систем наблюдения за ТП с использованием навигационных данных (координаты, треки, регистрируемые параметры), передаваемых с мобильных станций по каналам GSM/CDMA или по каналам спутниковой связи при наличии приемников/навигаторов GPS/ГЛОНАС, а в работе [6] предложена методика кластеризации данных автомобильных GPS-навигаторов для последующего построения прогнозных моделей ТП; в работе [7] подвижность населения предлагается выявлять посредством опросов, хотя в работах [8–10] утверждается, что точность каждой корреспонденции, построенной на основании результатов опроса, не превышает 10%.

2. Постановка задачи

Под системой городского транспортно-логистического мониторинга (СГТЛМ) будем понимать комплекс информационных систем наблюдения, направленный на получение достоверной информации о мобильности городского населения, состоянии подвижных объектов и городской инфраструктуры в режиме реального времени.

СГТЛМ должна осуществлять: сбор данных о положении и состоянии подвижных и стационарных объектов управления (ОУ); передачу данных по каналам связи на устройства обработки информации и диспетчерские центры; сравнение полученной информации с уже имеющейся информацией об объекте; производить анализ и архивирование информации от мобильных и стационарных объектов (рис. 1).

3. Подсистема идентификации и аутентификации транспортной логистики

Подсистема идентификации на транспорте должна проводить процесс распознавания объекта или субъекта по его идентификатору. Идентификатор представляет собой некоторое устройство или признак, по которому определяется объект. Идентификатор объекта предъявляется считывателю, который считывает и передает в систему его индивидуальный код для процедуры распознавания.

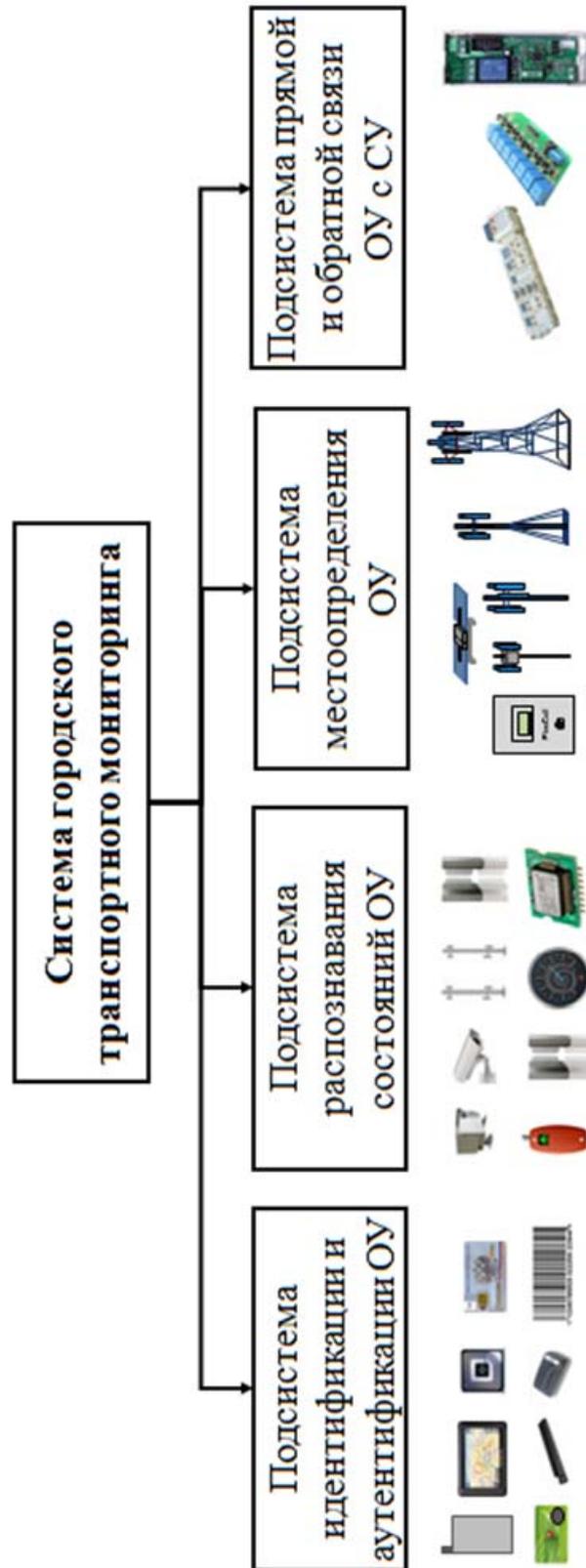


Рис. 1. Компоненты системы городского транспортно-логистического мониторинга

Принадлежность идентификатора объекту устанавливается посредством процедуры аутентификации. Эта проверка позволяет убедиться, что объект является именно тем, кем себя объявляет. Объекты и состав идентификаторов ГТС представлен в таблице.

Объекты и идентификаторы ГТС

№ п/п	Объекты идентификации	Уникальные идентификаторы $ID_i = \{id_{\eta_i}\}$	ИКДУ $ICD_i = \{icd_{di}\}$
1	Городское население	ИНН, СНИЛС, АН МТ (ИМЕI), ИНБК, НПГ(РФ), НЛСФЛ	П (ЭП), ОЗП, ВУ, СГПС, ЭМК, ВБ, ПОМС, БК, БП, УЭК, МТ
2	Транспортные средства	VIN, ГРНЗ ТС, НПТС, ЭГРНЗТС, ЭИНТС, IP(ТС), ИСДУТС, БДСУТС,	ПТС, ТТО, ГТД СРТС, ЗД (ТХ) ТС, ПОСАГО, ЭНПТС, НВУ
3	Товары	EAN-13, IMEI	КЧ, ТН, ГТД
4	Средства упаковки грузов	EAN-13, МКК, (ГОСТР)	ТН, ТрН, ГТД
5	Субъекты экономической деятельности	ИНН, КПП, БИК, ОГРН, НРСЮЛ, SWIFT-code, ПИ	СПНРОНО, ЛК Т-2, ТН, ТрН, КЧ, и др.
6	Объекты транспортной инфраструктуры	КН, ИНД, ИНОП ИНОН, ПИ	ЭПБГТ, ПБ, ДП, ЭПД, ЭПОП, ДТПАД
7	Объекты социальной инфраструктуры	КН, ИНОН, ПИ	ТПЗ, КП, ЭПМД, ЭПЗ
8	Виртуальный объекты информационной среды	IP	ДОИУ, П
9	Пассажирский маршрут	ЭНМ (п.5)	ПАМ, ПТМ, ПТрМ

Примечание. ИКДУ – идентифициро-классифицирующие документы и устройства; П – паспорт гражданина РФ; ОЗП – общегражданский заграничный паспорт; КП – кадастровый паспорт; ТПЗ – технический паспорт здания; КН – кадастровый номер; EAN-13 – европейский номер товара; ГРНЗ ТС – государственный регистрационный номерной знак транспортного средства; КПП – код причины постановки на учет; ИНН – идентификационный номер налогоплательщика; ИНД – идентификационный номер дороги; IMEI – Международный идентификатор мобильного оборудования (International
294

Mobile Equipment Identity), АН МТ – абонентский номер мобильного телефона; ТрН – транспортная накладная; ТН – товарная накладная; ГТД – грузовая таможенная декларация; ИНБК – идентификационный номер банковской карты; ЛК Т-2 – личная карточка работника по форме Т-2; ДП – дорожная пошлина; БК – банковская карта; УЭК – универсальная электронная карта; БП – биометрический паспорт; ЭП – электронный паспорт гражданина РФ; ДОИУ – договор оказания интернет услуг; ДТПАД – дорожный тариф на платной автомобильной дороге; ИНОН – идентификационный номер объекта недвижимости; СГПС – свидетельство государственного пенсионного страхования; МТ – мобильный телефон; НПП (РФ) – номер паспорта гражданина РФ; НЛСФЛ – номер лицевого счета физического лица; НРСЮЛ – номер расчетного счета юридического лица; СППРОНО – свидетельство о постановке на учет российской организации в налоговом органе по месту нахождения на территории РФ; БИК – банковский идентификационный код; SWIFT-code – уникальный код, присвоенный сообществом всемирных межбанковских финансовых телекоммуникаций; ПИ – почтовый индекс; ЭПЗ – электронный паспорт здания; ЭПМД – электронный паспорт многоквартирного дома; НПТС – номер паспорта транспортного средства; ПАМ – паспорт автобусного маршрута; ПТМ – паспорт трамвайного маршрута; ПТрМ – паспорт троллейбусного маршрута; ТТО – талон технического осмотра транспортного средства; СРТС – свидетельство регистрации транспортного средства; ЗД ТС – заводская документация на транспортное средство; ТХ ТС – технические характеристики транспортного средства; ЭПД – электронный паспорт дороги; ЭПОП – электронный паспорт остановочного пункта; ИНОП – идентификационный номер остановочного пункта; ЭГРНЗТС – электронный государственный регистрационный знак транспортного средства; ЭИНТС (VIN) – электронный идентификационный номер транспортного средства; ЭНПТС – электронный номер паспорта транспортного средства; IP(ТС) – уникальный сетевой адрес (Internet Protocol Address), информационной системы транспортного средства; ИСДУТС – идентификаторы субъектов, допущенных к управлению транспортным средством; БДСУТС – биометрические данные субъекта управления транспортным средством; НВУ – номер водительского удостоверения.

Объектом идентификации ГТС является городское население, транспортные средства, средства перевозки грузов (контейнеры, тара), товар, объекты социальной и транспортно-логистической инфраструктуры.

Подсистема транспортной идентификации показана на рис. 2.

Подсистема идентификации пользователей (рис. 3) включает: радиочастотную идентификацию, осуществляемую через идентифицирующие документы; карточные технологии идентификации (карты с магнитной полосой и смарт-карты); идентификацию в сетях сотовой связи; идентификацию через абонентский номер и биометрическую идентификацию.

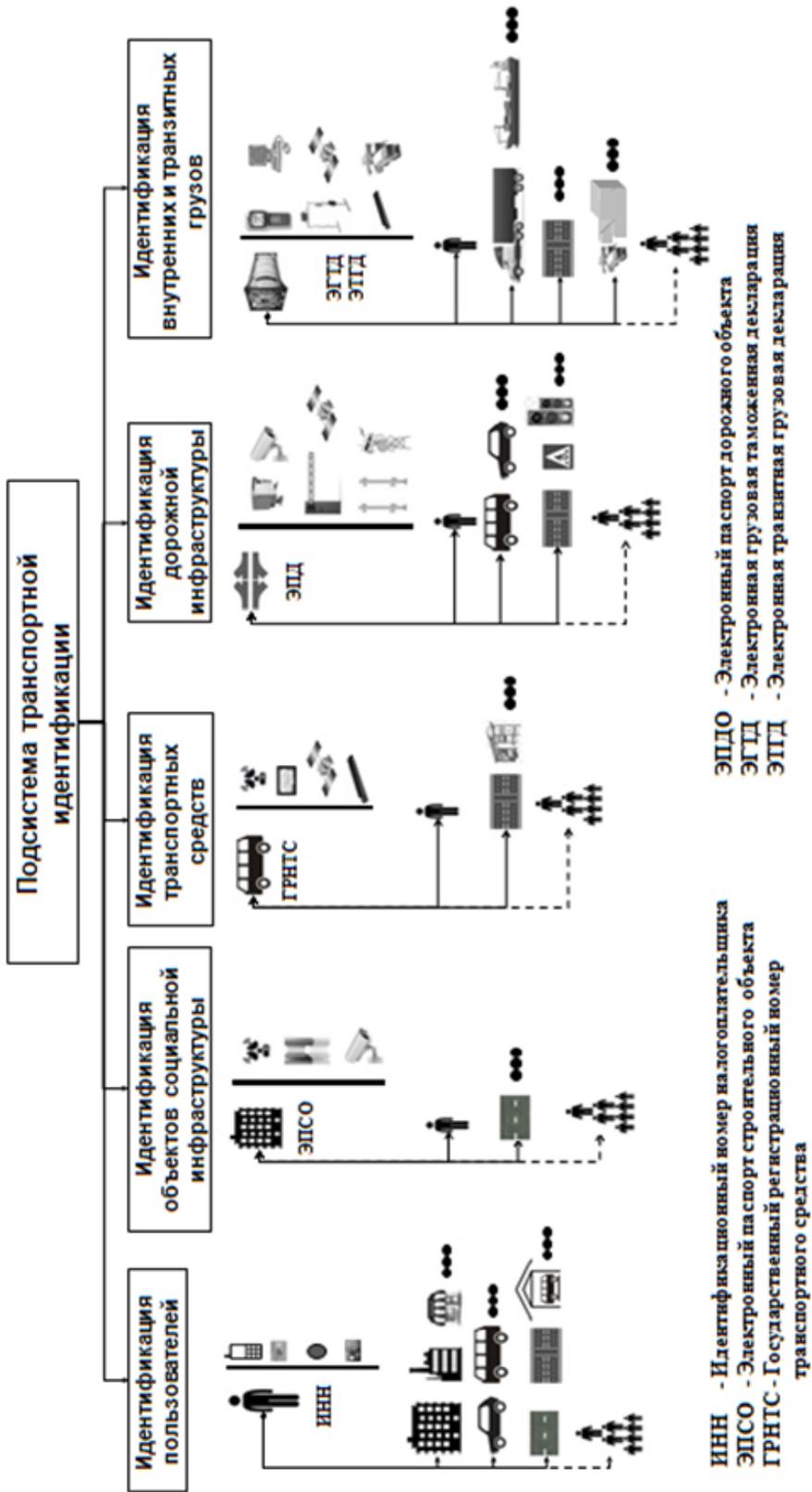


Рис. 2. Подсистема транспортной идентификации



Рис. 3. Подсистема персональной идентификации

Идентификация пользователей реализуется в момент взаимодействия объекта идентификации с системами электронных платежей, системами связи, информационно-поисковыми ресурсами (Интернет), контрольно-пропускными системами объектов городской инфраструктуры.

Подсистема идентификации транспортных средств (ТС) (рис. 4) включает: визуальную идентификацию посредством навесного регистрационного знака ТС; радиочастотную идентификацию, осуществляемую через RFID- и GPS-метки, содержащие информацию о ТС и его владельце.

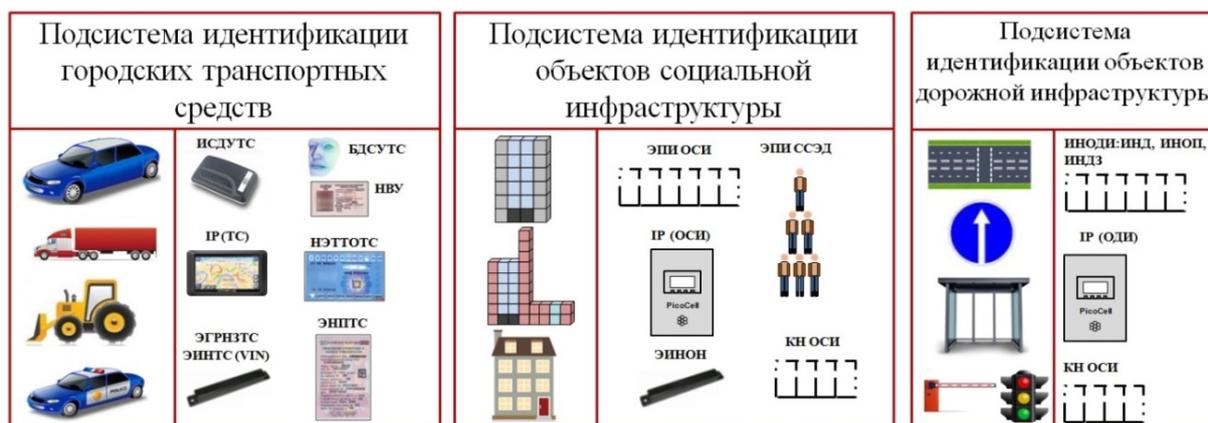


Рис. 4. Подсистемы идентификации транспортных средств, объектов социальной инфраструктуры и объектов дорожной инфраструктуры

Автоматическая идентификация ТС реализуется непрерывно в процессе нахождения ТС в ГТС посредством взаимодействия ТС с элементами ГТС.

Подсистема идентификации объектов социальной инфраструктуры (ОСИ) включает радиочастотную идентификацию, осуществляемую через RFID- и GPS-метки, содержащие информацию об идентификационном но-

мере ОСИ, кадастровом номере размещения ОСИ, номере технического паспорта здания, почтовом индексе ОСИ, почтовом индексе субъектов экономической деятельности, размещенных в данном ОСИ.

Подсистема идентификации объектов дорожной инфраструктуры (ОДИ) включает радиочастотную идентификацию, осуществляемую через RFID- и GPS-метки, содержащие информацию об идентификационном номере дороги и ОДИ (дорожных знаках, остановочных пунктах), номере электронного паспорта дороги, кадастровом номере участка дороги.

Подсистема идентификации внутренних и транзитных грузов включает радиочастотную идентификацию, осуществляемую через RFID- и GPS-метки, штрих- или QR-коды, содержащие уникальные номера транспортной накладной, товарной накладной, грузовой таможенной декларации, идентификационный номер контейнера.

Таким образом, предложенная система идентификации и аутентификации ГТС обуславливает выполнение первого условия принадлежности объекта к ГТС: *каждый объект, входящий в ГТС или находящийся внутри нее, имеет идентификатор.*

Автоматическая идентификация и аутентификация объектов и элементов ГТС является необходимым требованием компьютерных информационных систем и систем управления, где требуется достоверное распознавание объектов и их регистрация в реальном масштабе времени.

4. Подсистема распознавания состояний ОУ ГТС

Подсистемы распознавания для различных ОУ ГТС строятся на базе унифицированных контрольно-измерительных модулей или директивных элементов (ДЭ), которые позволяют решать задачи комплексной диагностики состояний ОУ ГТС и обеспечивают параметрической определенностью ОУ в режиме реального времени.

Подсистема распознавания состояний ТС должна реализовывать следующий набор функций: учет безналичной оплаты проезда на основе бесконтактных пластиковых карт; погодный мониторинг за бортом ТС; учет входящих и выходящих пассажиров; управление маршрутными указателями и автоматическое информирование пассажиров о текущей и следующей остановках; отслеживание маршрута пассажирского ТС; диагностика и мониторинг основных систем пассажирского ТС; диагностика и мониторинг условий внутри пассажирского ТС.

Подсистема распознавания состояний ОСИ должна реализовывать следующие функции: учет входящих и выходящих пользователей; запись видеoinформации в ОСИ; диагностика и мониторинг экологических условий внутри ОСИ; диагностика пользователей, находящихся внутри ОСИ;

диагностика и мониторинг технических систем ОСИ; система отслеживания перемещения пользователей внутри ОСИ.

Подсистема распознавания состояния ОДИ должна реализовывать следующие функции: измерение интенсивности движения подвижных транспортных объектов на дорожных перегонах ГТС; диагностика и мониторинг экологических условий дорожной инфраструктуры ГТС; диагностика и мониторинг технических и эксплуатационных нормативов качества дорожной инфраструктуры ГТС; диагностика и мониторинг состояний и характеристик подвижных транспортных объектов.

Кроме того, в составе ГТС может присутствовать еще и подсистема распознавания физиологических показателей пользователя, способная производить измерение артериального давления; осуществлять пульсовую диагностику; магнитографическую диагностику; диагностику равновесия; диагностику потожировых выделений человека; диагностику выдыхаемого воздуха; акустическую диагностику голоса; диагностику температуры тела.

ДЭ ОУ (F_D) – элемент сенсорной подсистемы распознавания состояний ОУ ГТС. Структурная модель ДЭ представлена на рис. 5.

ДЭ предоставляет пользователю (объекту ГТС) функциональную полезность, а также осуществляет наблюдение за его функциональными состояниями.

Набор функций ДЭ представим выражением

$$F_D = F_S \cup F_U, \quad (1)$$

где $F_S = \bigcup_{i=1}^K f_{s_i}$ – блок функций СУ, $i = 1, \dots, K$;

$F_U = \bigcup_{p=1}^L f_{u_p}$ – блок потребительских функций СУ, $p = 1, \dots, L$;

Условие системно-функциональной экономичности:

$$f_{s_{i=l}} \cap f_{s_{i=m}} = \emptyset. \quad (2)$$

Условие потребительско-функциональной экономичности:

$$f_{u_{p=i}} \cap f_{u_{p=j}} = \emptyset. \quad (3)$$

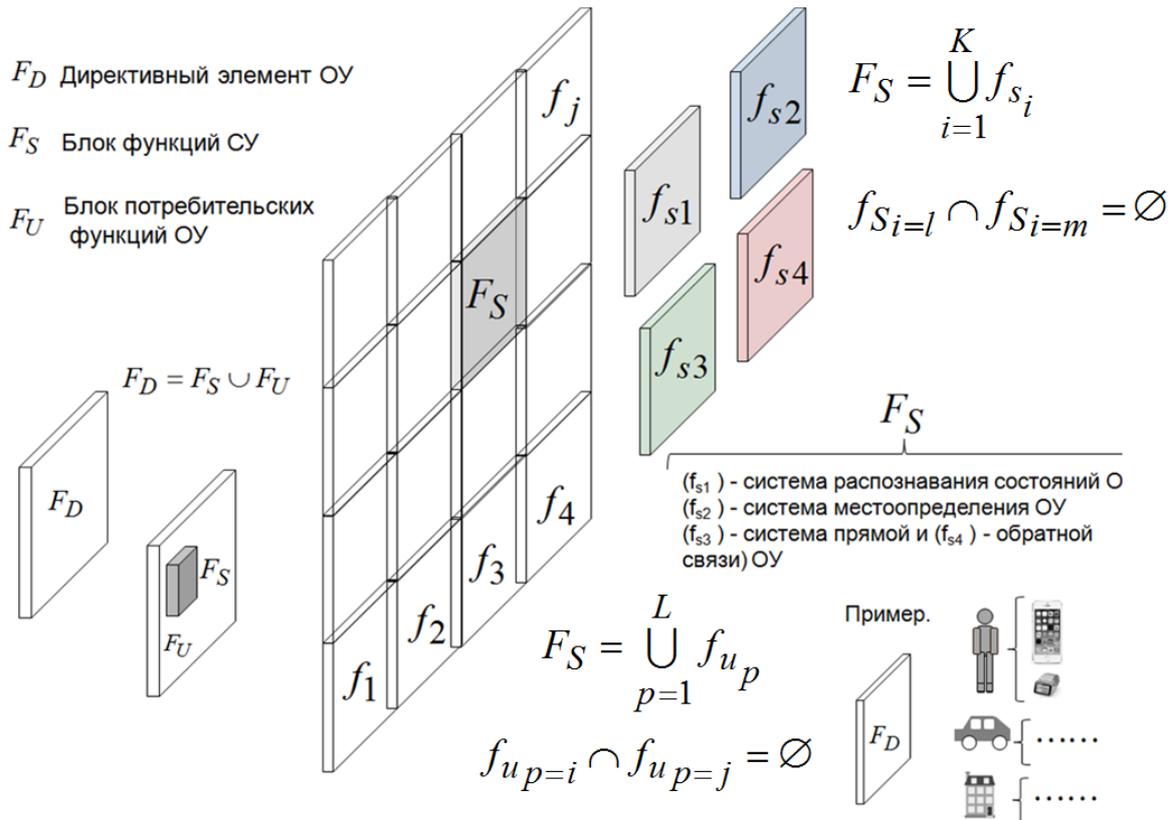


Рис. 5. Функционально-структурная модель директивного элемента

Условия (1)–(3) запрещают дублирование функций внутри блока системы управления ГТС и блока потребительских функций ОУ. Блок потребительских функций, обеспечивает процесс внедрения подобных систем на принципах самоорганизации [8–10].

Таким образом, предложенная подсистема распознавания состояний обуславливает выполнение второго условия принадлежности объекта к ГТС: *параметры управления и состояния каждого объекта, входящего в ГТС или находящегося внутри нее, должны быть распознаваемы.*

5. Подсистема местоопределения объектов ГТС

Анализ работ [11, 12] свидетельствуют о том, что каждая в отдельности технология местоопределения не в состоянии обеспечить заданную точность позиционирования. По этой причине необходима разработка комбинированного решения, совмещающего технологии глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС), систем сотовой связи и локальных беспроводных радионавигационных сетей (рис. 6).

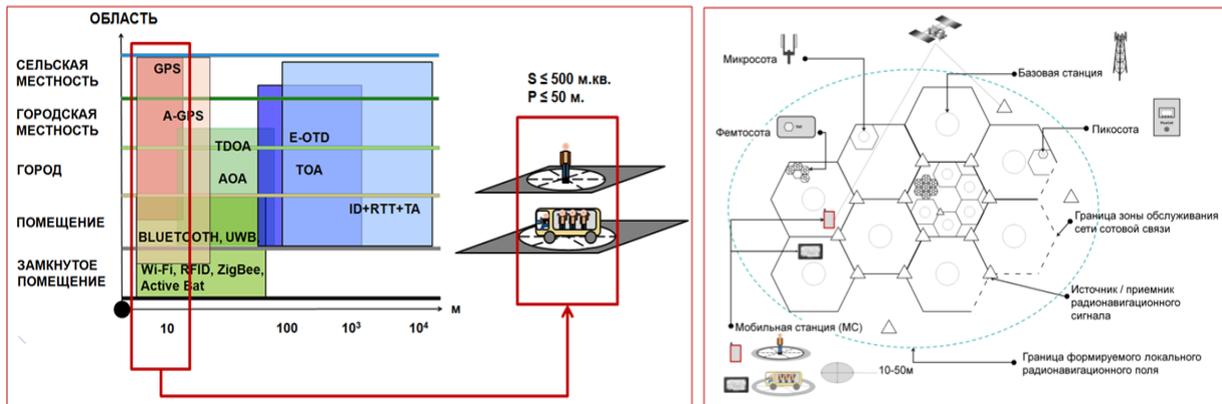


Рис. 6. Комбинированная технология местоопределения

Для обеспечения высокоточного позиционирования ($R_{def} = 50$ м) в зоне действия сети подвижной радиосвязи GSM/UMTS необходимо сформировать локальное радионавигационное поле (ЛРП) с использованием контрольно-корректирующей станции, которая будет выдавать потребителю корректирующую информацию (рис. 7).

Условие устойчивой работоспособности системы наблюдения за подвижными транспортными объектами в теоретико-множественной интерпретации имеет вид:

$$S_L = \bigcup_{\phi=1}^{\Phi} \Theta_{\phi} = \bigcap_{\phi=1}^{\Phi} P_{\phi} \leq R_{def}(S_{def}) \rightarrow K_{\Theta_{\phi}} = |\Theta_{\phi}| = 3, \quad (4)$$

где S_L – интегральная система местоопределения;

Θ_{ϕ} – класс системы местоопределения;

P_{ϕ} – точность определения местоположения, м;

$R_{def} = 10 \div 50(\text{м}), S_{def} = 300 \div 7500(\text{м}^2)$ – радиус и площадь области местоопределения, м;

$K_{\Theta_{\phi}}$ – коэффициент надежности системы местоопределения (резерва).

Состав интегральной системы местоопределения с учетом (4)

$$S_L = (\text{ГЛОНАСС} \vee \text{GPS} \vee \text{GOLILEO}) \underset{K_{\Theta_{\phi}}=3}{\cup} (\text{TDQA} \vee \text{AOA} \vee \text{EOTD}) \underset{K_{\Theta_{\phi}}=3}{\cup} \cup (\text{WiFi} \vee \text{ZigBee} \vee \text{Femtocell}) \underset{K_{\Theta_{\phi}}=3}{}.$$

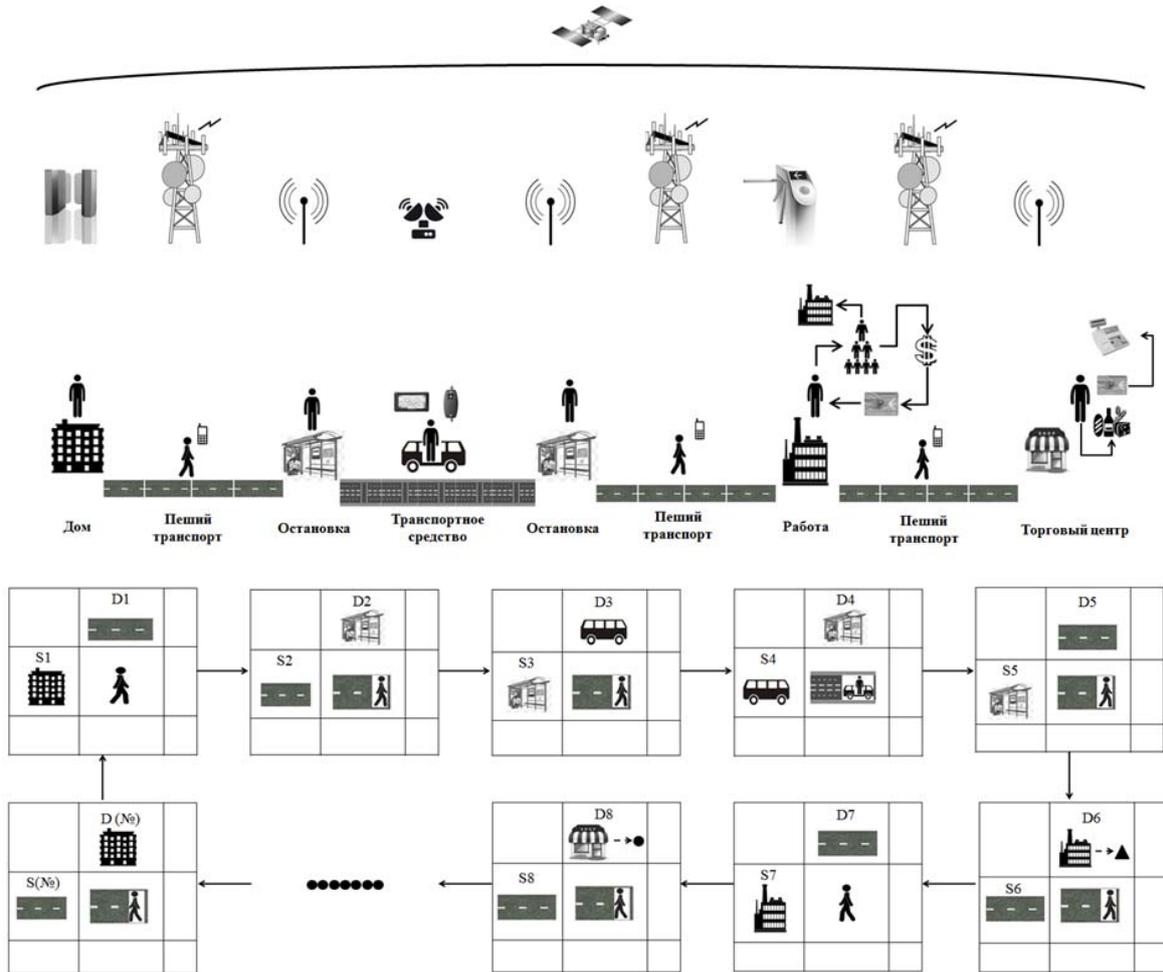


Рис. 7. Процесс восстановления СГТЛМ достоверных матриц корреспонденций

Такая коммуникационная платформа должна обеспечивать функциональность различных радиосистем и управление переходом из одной системы в другую в изменяющихся условиях мобильной среды. При недоступности ЛРП существует возможность использования сигналов ГНСС в качестве резервных, что повышает устойчивость работы и живучесть системы.

6. Структура системы городского транспортно-логистического мониторинга

В основу СГТЛМ были положены рассмотренные выше подсистемы идентификации и аутентификации ОУ, подсистемы распознавания состояний ОУ, подсистемы местоопределения ОУ, подсистемы прямой и обратной связи ОУ с СГТЛМ и между собой. Таким образом, СГТЛМ способна осуществлять сбор данных о положении и состоянии подвижных и стацио-

нарных объектов, передачу данных по каналам связи на устройства обработки информации и диспетчерские центры.

Каждый объект внутри ГТС распознан, идентифицирован, определены его характеристики, свойства, поведение, отображены его связи с другими объектами.

На основе информации, поступающей с СГТЛМ, представляется возможным производить построение достоверных матриц корреспонденций, необходимых для разработки и создания эффективных прогнозных моделей управления ГТС [13–16].

Вывод

Дальнейшее функциональное расширение СГТЛМ может происходить за счет использования методов интеллектуальной обработки данных [13]. Интеграция СГТЛМ в СУ ГТС с учетом принципов [17–22] способна рационализировать процесс управления городским транспортом.

Библиографический список

1. Девятков В.В., Алфимцев А.Н. Отслеживание движущихся объектов для мониторинга транспортного потока // Труды 34-й конференции «Информационные технологии и системы» (Геленджик, 2011). – Геленджик: ИППИ им. А.А. Харкевича РАН, 2011. – С. 31–36.
2. Lämmer S. and Helbing D. (2010) Self-Stabilizing Decentralized Signal Control of Realistic, Saturated Network Traffic. Santa Fe Working Paper Nr. 10-09-019
3. Левтеров А.И., Алешин Г.В., Ярута А.Н. Способ мониторинга транспортных потоков. ИКСЗТ, 2012. – №3. – С. 56–60.
4. Селиверстов Я.А., Селиверстов С.А., Стариченков А.Л. Особенности построения системы городского транспортно-логистического мониторинга // Известия Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета (ЛЭТИ), 2015. – № 1. – С. 29–36.
5. Селиверстов Я.А., Стариченков А.Л. Построение моделей управления городскими транспортными потоками в условиях неопределенности внешней информационной среды // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Информатика. Телекоммуникации. Управление, 2014. – № 6 (210). – С. 81–94.
6. Богумил В.Н., Ефименко Д.Б. Экспериментальные исследования транспортных потоков с использованием навигационных данных (глонасс/gps) диспетчерских систем // Наука и техника в дорожной отрасли, 2011. – № 4. – С. 3а-7.
7. Гасников А.В., Дорн Ю.В., Нестеров Ю.Е., Шпирко С.В. О трехстадийной версии модели стационарной динамики // Математическое моделирование, 2013. – С.1–41.

8. Селиверстов Я. А. Основы теории субъективных функциональных возможностей рационального выбора // Интернет-журнал «Науковедение». – 2014. – № 4. – С. 90.

9. Беттгер К. Концептуальные исследования для стратегического транспортного планирования в Санкт-Петербурге и других городах РФ // Транспорт Российской Федерации. – 2007. – № 8. – С. 6–8.

10. Селиверстов Я.А., Селиверстов С.А. Формальная аксиоматика теории «функционального» субъективного потребительского поведения // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. – 2014. – № 4 (199). – С. 34–48.

11. H. Kaaranen, A. Ahtiainen, L. Laitinen, S. Naghian and V. Niemi. UMTS Networks Second Edition. John Wiley & Sons, Ltd, 2005, – 406pp, ISBN: 0-470-01103-3.

12. А. С. Богданов, В. А. Шевцов. Определение местоположения и управление в современных сетях подвижной радиосвязи // Электронный журнал «Труды МАИ». Выпуск № 40. – С. 1–21.

13. Селиверстов С. А. Методы и алгоритмы интеллектуального анализа процесса организации транспортной системы // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2014. – № 2 (24). – С. 92–100.

14. Селиверстов Я. А. Моделирование процессов распределения и развития транспортных потоков в мегаполисах // Известия Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета (ЛЭТИ). – 2013. – № 1. – С. 43–50.

15. Селиверстов Я.А., Селиверстов С.А. Методы и модели построения матриц транспортных корреспонденций // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Информатика. Телекоммуникации. Управление. – 2015. – № 2–3 (217–222). – С. 49–70.

16. Селиверстов Я.А., Селиверстов С.А. Применение метода имитационного моделирования для оценки эффективности новых видов городского пассажирского транспорта // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2015. – № 3 (31). – С. 83–92.

17. Селиверстов С.А., Селиверстов Я.А. Моделирование транспортных потоков мегаполиса с вводом новых видов водного внутригородского пассажирского транспорта // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2015. – № 2 (30). – С. 69–80.

18. Селиверстов Я.А., Селиверстов С.А. О логико-алгебраическом представлении транспортно-логистического процесса // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Информатика. Телекоммуникации. Управление. – 2014. – № 4 (200). – С. 57–68.

19. Селиверстов С.А., Селиверстов Я.А. Основы теории бесконфликтного непрерывного транспортного процесса движения // Интернет-журнал «Науковедение». – 2014. – № 3. – С. 122.

20. Кокаев О.Г., Лукомская О.Ю., Селиверстов С.А. О технологии анализа транспортных процессов в современных условиях хозяйствования // Транспорт Российской Федерации. – 2012. – № 2 (39). – С. 30–34.

21. Селиверстов Я.А. О построении модели классификации межагентных отношений социально-экономического поведения городского населения в системах управления транспортными потоками мегаполиса // Интернет-журнал «Науковедение». – 2014. – № 5. – С. 188.

22. Селиверстов Я.А. Использование правила резолюций в вопросно-ответной процедуре транспортного планировщика // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2013. – № 1 (20). – С. 145–152.

УДК 656.25

О РЕАЛИЗАЦИИ ЛОГИКИ КОНТРОЛЕПРИГОДНЫХ СХЕМ НА FPGA-ТЕХНОЛОГИИ

Д.А. Никитин

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» (Санкт-Петербург)

Одним из важных направлений совершенствования средств технической диагностики и удаленного мониторинга устройств железнодорожной автоматики и телемеханики является реализация в их составе встроенных средств «активной» диагностики, когда обнаруженный отказ в системе управления блокирует её дальнейшую работу. В указанном аспекте весьма перспективным является использование аппаратных средств на технологии FPGA. В статье даётся общее описание FPGA-технологии и реализуемых на её основе микросхем.

Ключевые слова: железнодорожная автоматика и телемеханика, техническая диагностика, удаленный мониторинг, field programmable gate array (FPGA), программируемая логическая интегральная схема.

Со времени поэтапного ввода технологии диагностики и мониторинга железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ) прослеживается устойчивая тенденция снижения доли отказов устройств СЦБ. Наибольшая эффективность достигается на участках, оборудованных современными

средствами диагностики, имеющими в своем составе измерительные комплексы.

Своеобразный технический «симбиоз» (агрегирование) на одном объекте различных систем: электрической централизации (ЭЦ), диспетчерской централизации (ДЦ), технической диагностики и удаленного мониторинга (СТДМ) – влечет неоправданный рост затрат, например, на программное обеспечение, как минимум в три раза для автоматизированных рабочих мест (АРМ ДСП, АРМ ШН и АРМ ДНЦ). Причем программные интерфейсы указанных АРМов различаются у разных разработчиков, а в отдельных случаях могут предоставить неполную или противоречивую индикацию.

Поэтому задача создания и применения встроенных средств диагностики ЖАТ актуальна, а используемое оборудование должно уже содержать узлы встроенной диагностики, т.е. самодиагностики, а также схемы контроля параметров подключаемого (внешнего) оборудования – напольных устройств.

Перспективами развития систем диагностики и удаленного мониторинга являются два основных направления:

- снижение затрат при применении;
- повышение эффективности использования.

По первому вопросу, как уже отмечалось, стратегическими являются встроенные системы диагностики. Эти функции реализованы как встроенные в составе программно-аппаратных средств ряда систем зарубежных производителей (Siemens; Talis).

Условием применения новых микропроцессорных систем должно стать требование наличия встроенных средств ТДМ [1]. Вместе с тем ряд систем Ebilock-950, ЭЦ-ЕМ, МПЦ-И проектируются и внедряются с дополнением, наложенным ТДМ. Поэтому по-прежнему актуален вопрос синтеза встроенных средств диагностирования.

В большинстве случаев также оказывается избыточным применение вычислительной техники, каналов и аппаратуры передачи данных. При рассмотрении задачи в пределе, когда на небольшой станции в 2-3 стрелки, устанавливаются АРМы (основной и резервный, а в системе ЭЦ-ЕМ «Радиоавионика» предусматривается еще и холодный резерв, т.е. минимум три компьютера) дежурного по станции, АРМ электромеханика разработчика системы централизации, отдельно при этом для перегонов проектируется АРМ АБТЦ-М и/или АРМ диагностики питающей установки, затем АРМ электромеханика СТДМ, концентратор системы диагностики, аппаратура линейного пункта ДЦ (резервированная), АРМ КТСМ, ГИД и т.д. и

т.п., промежуточная станция превращается в минивычислительный центр. Поэтому вторым важнейшим направлением минимизации аппаратуры является использование вычислительных ресурсов собственно системы управления и интеграция функций, в частности системы диагностики, в составе задач электрической централизации.

Невозможно обойти стороной избыточность и неоправданную централизацию данных на дорожном уровне. Огромные массивы данных телеизмерений передаются в дорожные центры диагностики и удаленного мониторинга, нередко до предела загружаются каналы передачи данных. Можно отметить два основных направления более эффективного решения задачи. Первым является изменение идеологии построения систем ТДМ. Здесь приоритетным должен быть следующий принцип: предоставление каждому вышестоящему иерархическому уровню обработанных данных предыдущего уровня, необходимых для принятия решений.

Вторым подходом должно стать использование математических методов сокращения передачи объемов данных на основе сплайн-аппроксимации [2].

Применяемый сегодня затратный планово-предупредительный метод обслуживания, практически единый для линий всех классов, как малодетальных, так и интенсивных, не обеспечивает необходимого качества технического обслуживания, требуемого уровня надежности.

Поэтому для линий 3–5 классов основной задачей СТДМ является обеспечение перехода к обслуживанию по техническому состоянию устройств ЖАТ путём автоматизации контроля за параметрами их функционирования. Внедрение методов автоматизированного технического обслуживания снимает часть операций технического процесса и не требует участия человека, а контроль параметров системы осуществляется ТДМ. Для линий с интенсивным движением (1 и 2 классов) основной задачей СТДМ является обеспечение высокого уровня эксплуатационной готовности инфраструктуры, путём своевременного выявления предотказного состояния её элементов, оперативного выявления причин отказов технических средств и их устранения. Однако на практике сокращаемый объем оказывается незначительным при весьма существенных затратах (см. таблицу).

Таким образом, значительные капитальные вложения ТДМ должны быть оправданы дальнейшим развитием функциональных возможностей, прежде всего, систем управления. Вместе с тем системы ТДМ позволяют осуществлять более экономное электроснабжение устройств СЖАТ.

**Экономия времени на выполнение отдельных операций
при автоматизации технологического обслуживания
(на примере станций Горьковской железной дороги)**

№ п/п	Технологический процесс	Периодичность	Станции						Всего экономия времени в мес., чел./ч
			Ильино		Сейма		Жолнино		
			Количество, шт.	Экономия времени в мес., чел./ч	Количество, шт.	Экономия времени, в мес., чел./ч	Количество, шт.	Экономия времени в мес., чел./ч	
1	ТРЦ (ПП+ПР)	1 раз/кв.	174	1,9	176	1,96	42	0,47	4,33
2	Питающая установка	1 раз /мес.	3	0,75	3	0,75	3	0,75	2,25
3	Выпрямитель	1 раз/год	1	0,02	1	0,02	1	0,02	0,06
4	Резервный ист. пит.	1 раз/кв.	1	0,04	1	0,04	1	0,04	0,12
	Итого, в месяц			2,71		2,77		1,28	6,76

Наличие средств ТДМ сегодня не решает вопроса автоматического замещения отказавших элементов и реконфигурации системы управления с обеспечением работоспособного состояния ЖАТ после обнаружения отказа. Важнейшим направлением совершенствования ТДМ является реализация в составе встроенных средств «активной» диагностики, когда обнаруженный отказ в системе управления блокирует её дальнейшую работу. На текущий момент реализация функций логического контроля (обнаружения нарушений в алгоритмах безопасности) не имеет влияния на систему управления, а только информирует оперативный персонал об этом.

Указанные требования легко реализуются за счет применения аппаратных средств технологии FPGA [3]. FPGA – это широко используемое сокращение от английского словосочетания «Field programmable gate array». В отечественной литературе нередко встречается другая аббревиатура – ПЛИС. ПЛИС – это сокращение от словосочетания «Программируемая логическая интегральная схема». Слово ПЛИС встречается в русскоязычных документах и описаниях вместо слова FPGA, т.е. ПЛИС и FPGA – это аббревиатуры, обозначающие один и тот же класс электронных компонентов (микросхем). Это микросхемы, применяемые для создания собственной структуры цифровых интегральных схем.

Логика работы ПЛИС определяется не изготовителем микросхемы, а путем дополнительного программирования разработчиком требуемой логики (не на заводе, а образно – в полевых условиях, field-programmable) с

помощью специальных средств: программаторов и программного обеспечения.

Микросхемы ПЛИС – это не микропроцессоры, в которых пользовательская программа выполняется последовательно, команда за командой. В ПЛИС реализуется именно электронная схема, состоящая из логики и триггеров.

Проект для ПЛИС может быть разработан, например, в виде принципиальной схемы. Существуют специальные языки описания аппаратуры типа Verilog или VHDL.

В любом случае и графическое и текстовое описание проекта реализует цифровую электронную схему, которая в конечном счете будет «встроена» в ПЛИС.

Как правило, сама микросхема ПЛИС состоит из:

- конфигурируемых логических блоков, реализующих требуемую логическую функцию;
- программируемых электронных связей между конфигурируемыми логическими блоками;
- программируемых блоков ввода/вывода, обеспечивающих связь внешнего вывода микросхемы с внутренней логикой.

Как правило, размещение и трассировка связей между логическими блоками в ПЛИС остается за компилятором.

ПЛИС классифицируют в зависимости от используемой технологии производства:

SRAM-Based. Это одна из самых распространенных разновидностей технологий ПЛИС. Конфигурация ПЛИС хранится в ячейках статической памяти, изготовленной по стандартной технологии CMOS. Достоинство этой технологии – возможность многократного перепрограммирования ПЛИС. Недостатки – не самое высокое быстродействие, после включения питания прошивку нужно вновь загружать. Это значит, что на плате должен еще стоять загрузчик, специальная микросхема FLASH или микроконтроллер – все это удорожает конечное изделие.

Flash-based. В таких микросхемах хранение конфигурации происходит во внутренней FLASH памяти или памяти типа EEPROM. Такие ПЛИС лучше тем, что при выключении питания прошивка не пропадает. После подачи питания микросхема опять готова к работе. Однако у этого типа ПЛИС есть и свои недостатки. Реализация FLASH памяти внутри CMOS микросхемы – это не очень просто. Требуется совместить два разных технологических процесса для производства таких микросхем. Поэтому они получаются дороже. Кроме того, такие микросхемы, как правило, имеют ограниченное количество циклов перезаписи конфигурации.

Antifuse. Специальная технология по которой выполняются однократно программируемые ПЛИС. Программирование такой ПЛИС заключается в расплавлении в нужных местах чипа специальных перемычек для образования нужной схемы. Недостаток – собственно запрограммировать/прошивать чип можно только один раз. После этого исправить уже ничего нельзя. Сам процесс прошивки довольно не быстрый. Зато есть масса достоинств у таких ПЛИС: они довольно быстрые (могут работать на больших частотах), меньше подвержены сбоям при радиации – все из-за того, что конфигурация получается в виде перемычек, а не в виде дополнительной логики, как у SRAM-based.

Системы на кристалле позволяют реализовать практически любую логику, выполняющую функцию целого устройства, при этом размещенного на одной интегральной схеме. Такой подход открывает безграничные возможности для реализации самодиагностируемых устройств. Применение кода с суммированием при проектировании логических устройств на платформе FPGA показывает новые возможности на реализации самодиагностируемых устройств. Код с суммированием справляется с задачами обнаружения ошибок и при этом обладает оптимальными избыточными свойствами. Исследования алгоритмов кодов с суммированием на примере простейших логических устройств на базе ПЛИС FPGA определяют направление создания встроенной диагностики ЖАТ. В системах безопасности важным является высокая скорость обработки данных, поэтому для задач устройств локальной автоматики (устройств сопряжения) ПЛИС получают перспективу применения ввиду способности выполнять громоздкие параллельные вычисления

Исследование показывает плюсы логики на FPGA, при этом следует учитывать сложность реализации на простой элементной базе.

Библиографический список

1. Никитин А.Б. Совершенствование диагностики систем ЖАТ // Автоматика, связь, информатика. – 2015. – №11. – С. 14–16.
2. Никитин А.Б. Отображение оперативных данных перевозочного процесса в компьютерных системах железнодорожной автоматики и телемеханики // Вестник ПГУПС, 2003. – Вып. 1. – С. 39–41.
3. Архитектура ПЛИС (FPGA) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://marsohod.org/index.php/ourblog/11-blog/265-fpga>.

УДК 004.89+004.94

О НАВИГАЦИИ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ ВНУТРИ ПОМЕЩЕНИЙ ТРАНСПОРТНЫХ ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

П.А. Новиков¹, А.Б. Тухтаходжаев¹, А.Д. Хомоненко¹, Е.Л. Яковлев²

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» (Санкт-Петербург)

² Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского» Министерства обороны Российской Федерации (Санкт-Петербург)

Рассмотрена концепция построения системы навигации внутри помещений с использованием нейронных сетей и данных беспроводной сети Wi-Fi. Как механизм для хранения и обработки радио отпечатков файла часто рассматривается модель искусственных нейронных сетей.

Ключевые слова: нейронные сети, навигация внутри помещений, навигационные системы, алгоритм обучения, мобильные устройства.

Введение

Навигационные сервисы развиваются и все шире используются в различных отраслях науки, экономики, образования. Они позволяют, в частности, выдавать контекстную рекламу и оптимизировать поисковые запросы, исходя из местоположения пользователя, получать общее представление о посетителях сайта или предоставлять информацию о ближайших ресторанах или гостиницах.

Задачи навигации мобильных устройств внутри помещений в настоящее время приобретают все большую актуальность, в том числе применительно к транспортным логистическим системам. При достижении необходимой точности в качестве мобильных устройств могут рассматриваться роботы, используемые для перемещения грузов в складских помещениях. Это могут быть также мобильные устройства сотрудников или клиентов логистических центров транспортных систем. Разработка и совершенствование подходов к навигации внутри помещений позволяет строить карты помещений, прокладывать маршруты перемещения, находить нужные товары и оборудование, решать другие прикладные задачи для логистических центров транспортных систем.

1. Современные подходы к навигации мобильных устройств

Современные спутниковые системы навигации, такие как GPS и ГЛОНАСС [1], обеспечивают высокие характеристики точности и оперативности решения задач позиционирования объектов и находят весьма широкое применение на открытой местности (outdoor navigation), т.е. навигации снаружи зданий. Отличительной особенностью навигации мобильных устройств внутри помещений (indoor navigation) является принципиальная невозможность использования традиционных подходов, например, на основе глобальных систем позиционирования GPS, ГЛОНАСС и им подобных. Это обусловлено сильным затуханием сигнала от спутника при прохождении его через стены и крыши зданий. Во-вторых, GPS-позиционирование не позволяет определить этаж, на котором находится мобильное устройство.

Ориентирование по базовым станциям операторов сотовой связи (GSM) дает невысокую точность, так как базовая станция может быть удалена на значительное расстояние, или быть мобильной и менять свое местоположение.

Система iBeacon подразумевает использование установленных по всему периметру Bluetooth-маячков, которые с заданной периодичностью производят широковещательную рассылку, содержащую идентифицирующую их информацию.

Рассматриваемый здесь метод, основывается на широко распространенной среди мобильных устройств коммуникационной технологии Wi-Fi. Для работы такого сервиса требуется развернутая сеть беспроводного доступа Wi-Fi и поддерживающее ее клиентское мобильное устройство на платформе Android или IOS. Точность позиционирования устройства на карте полностью зависит от плотности и расположения Wi-Fi-источников.

Сравнительные характеристики систем навигации мобильных устройств внутри помещений приведены в табл. 1.

В статье [2] рассматривается интеграция Wi-Fi и инерциальной навигационной системы. В статьях [3, 4] освещаются мобильные навигационные сервисы и применение технологии OpenCellID для определения местоположения мобильных устройств. Система навигации, основанная на синергетическом эффекте, решает задачу определения текущего местоположения, используя все (или большинство) из перечисленных выше способов [5].

Таблица 1

Сравнительные характеристики систем навигации внутри помещений

Система	Достоинства	Недостатки
GPS	Средняя точность (5 м). Удобство использования. Хорошая совместимость	Невозможность работы внутри помещения
GSM	Удобство использования. Хорошая совместимость	Низкая точность (100 м)
Wi-Fi	Средняя точность (5 м). Работа внутри помещений	Необходимость развертывания Wi-Fi-сети, ограниченная совместимость (на iOS ввиду запрета компании Apple), высокое энергопотребление
iBeacon	Высокая точность (1–2 м). Удобство использования. Хорошая совместимость (iOS, Android). Низкое энергопотребление	Необходимость развертывания BLE-сети, высокая стоимость

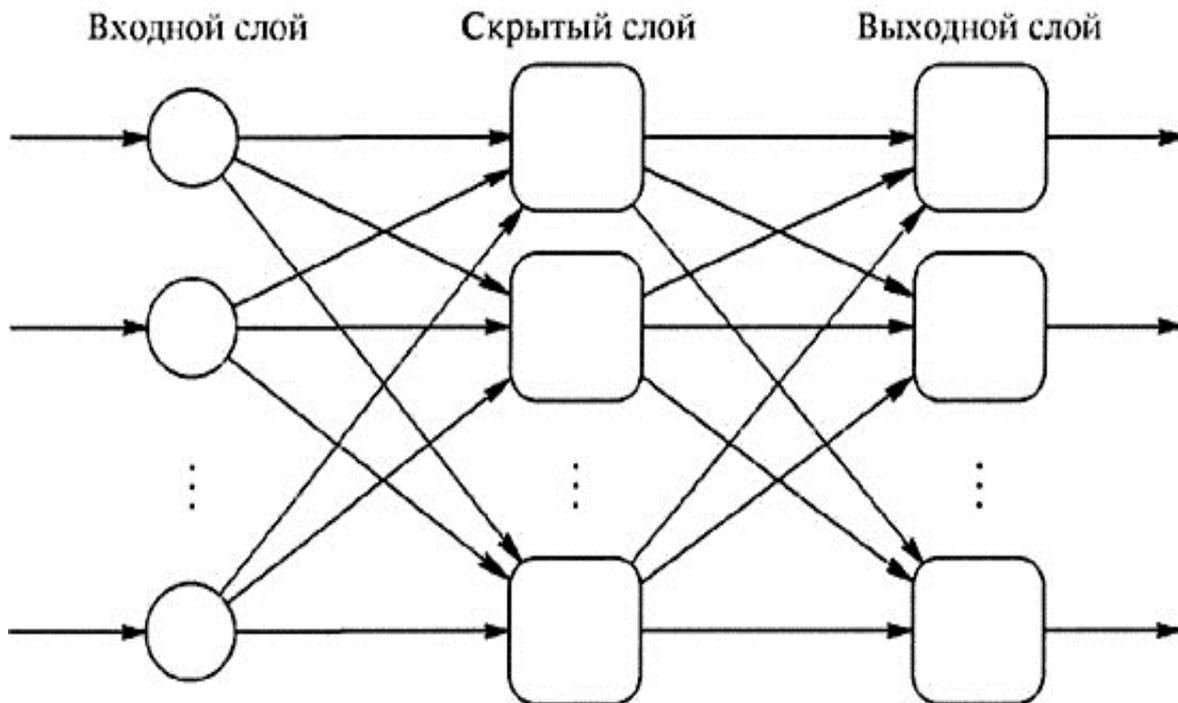
2. Механизм построения системы навигации внутри помещений с использованием нейронных сетей и данных беспроводной сети Wi-Fi

Работа навигационной системы на основе радио отпечатков от Wi-Fi точек доступа состоит из двух основных этапов:

1. Создание «карты» помещений на основе радио отпечатков с сопоставленными им заранее известным координатам.
2. Определение координат помещения по новым радио отпечаткам.

Как механизм для хранения и обработки радио отпечатков рассматривается модель искусственных нейронных сетей (ИНС).

Искусственная нейронная сеть – математическая модель, а также её программное или аппаратное воплощение, построенная по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей – сетей нервных клеток живого организма. На рисунке приведена структура ИНС, используемая для решения задачи навигации мобильных устройств внутри помещения, – многослойный персептрон с одним скрытым слоем.



Многослойный персептрон с одним скрытым слоем

Для реализации системы навигации был создан комплекс программного обеспечения, состоящий из настольной и мобильной частей и включающий следующие этапы:

1. Сбор данных о радио отпечатках в исследуемых помещениях. На выходе этого этапа получается набор файлов, каждый из которых содержит набор векторов (матрицу) измерений сигналов Wi-Fi точек. Например:

mac1	mac2	mac3	mac4	mac5	mac6	mac7
-86	0	-54	-69	0	0	-88
-89	-83	-56	-66	0	0	-91
...

В первой строке расположены mac-адреса всех точек доступа, которые были видны в процессе сбора данных. Каждая строка представляет собой силу измеренного сигнала до точки. Значение 0 означает, что точка была недоступна в этот момент времени.

2. Объединение всех исходных файлов в один.

В результате получается один общий файл с измерениями во всех исследуемых помещениях.

В первой колонке матрицы изменений хранится название помещения, в котором было произведено измерение. Пустые значения (0) заменяются на минус 100 (очень слабый сигнал).

Кроме того, создается файл «names.txt», в котором перечислены mac-адреса всех сетей в том порядке, в котором они располагаются в файле обучения.

3. Формируется карта сопоставления названий помещений с их формальным числовым представлением

Помещение [0]

Помещение [1]

Помещение [2]

....

4. На основе содержимого файлов предыдущих шагов создается файл с данными для обучения сети:

- в первой строке указываются параметры создаваемой нейросети;
- далее указаны пары строк, представляющие соответственно входной и выходной вектора.

В результате создается файл, представляющий собой обученную нейронную сеть в формате библиотеки «fann».

Следующие этапы описывают процесс работы программного приложения, запущенного на мобильном устройстве.

5. Мобильное приложение запускает библиотеку «fann» и передает ей файл с обученной нейронной сетью.

6. Мобильное приложение начинает сканирование окружающих Wi-Fi точек доступа. После завершения очередной итерации сканирования приложение получает массив доступных в текущее время точек доступа, к которым устройство может попробовать подключиться. С помощью массива mac-адресов из файла “names.txt”, полученного на втором этапе, и массива текущих видимых точек доступа строится радио отпечаток, который, по сути, является простым массивом чисел. Формирование радио отпечатка включает следующие шаги:

- создать массив чисел (float[]) размером, определяемым числом элементов массива адресов;
- пройтись по массиву адресов в цикле:

если в массиве точек доступа есть точка с текущим адресом, то добавить в радио отпечаток силу сигнала до этой точки по текущему индексу итерации; иначе разделы добавить по текущему индексу итерации значение по умолчанию для отсутствующей точки, которое было принято на шаге 2 (-100).

На выходе итерации сканирования получается радио отпечаток в виде вектора значений (-100, -50, -75, -100 ...).

7. Полученный вектор передается в нейронную сеть, которая возвращает результирующий вектор (float[]). Так как НС была обучена на основе одномерных данных, то нас интересует только первый элемент результирующего вектора.

8. Полученное значение сравнивается с данными из карты помещений. В используемой версии программного комплекса на карте ищется наиболее близкое значение к текущему полученному из сети значению. После его нахождения на экран выводится название текущего помещения, которому соответствует измеренный радио отпечаток.

3. Исследование, проведенное с помощью среды MATLAB

В программном комплексе в качестве нейронной сети используется реализация многослойной ИНС, представленная свободной библиотекой FANN (Fast Artificial Neural Network Library). Для обучения ИНС используется алгоритм обучения Resilient Propagation (Rprop) [6].

По аналогии с [7] проведем сравнительный анализ основных алгоритмов обучения нейронной сети, используемой для навигации мобильных приложений внутри помещений, с позиции соотношения точности и трудоемкости в зависимости от числа нейронов скрытого слоя. Соответствующие результаты приведены в табл. 2.

Данные для обучения нейронной сети в среде MatLab взяты из файла «train.txt», используемого при проверке работоспособности программного комплекса навигации. Для проверки характеристик обучения НС исходный файл целесообразно разбить на два набора (обучения и проверки).

Таблица 2

Характеристики трудоемкости и точности алгоритмов обучения НС

Число нейронов	trainlm		trainrp		trainbr	
	MSE	Epochs(s)	MSE	Epochs(s)	MSE	Epochs(s)
5	0,11	12(0,1)	0,13	15(0,1)	0,03	592(25)
10	0,06	16(0,1)	0,12	20(0,2)	0,02	700(20)
15	0,07	9(0,1)	0,09	13(0,2)	0,013	800(23)
20	0,05	11(0,2)	0,13	14(0,2)	0,015	269(48)
30	0,13	6(0,2)	0,19	23(0,3)	0,018	889(120)
50	0,23	13(0,2)	0,21	30(0,5)	0,02	483(187)

Примечание: используются следующие обозначения: trainlm – алгоритм обучения Левенберга–Маркарта; trainrp – пороговый алгоритм обратного распространения ошибки Rprop, а trainbr – метод Байесовской регуляризации; MSE – средняя квадратическая ошибка, epochs(s) – число циклов обучения, а в скобках время в секундах.

На основе анализа данных таблицы можно сделать вывод, что оптимальное число нейронов скрытого слоя для данного набора исходных данных находится в диапазоне 15–25. Наибольшую точность показал алгоритм Байесовской регуляризации, но он значительно более трудоемок по сравнению с другими алгоритмами. Оптимальным по соотношению точности и сходимости оказался алгоритм Левенберга–Маркарта.

Отметим общую для всех алгоритмов низкую точность, что связано с исходными данными. Вероятно, следует уменьшить размерность входного вектора (использовались данные от 23 Wi-Fi точек, большая часть которых недоступна) и увеличить общее количество измерений. В то же время в исходных данных набор векторов измерений соответствовал всего 7 разным помещениям, поэтому точность получилось достаточной.

Заключение

Мы рассмотрели необходимый для решения задачи внутренней навигации комплекс программ. Навигационный пакет программ использует модельную ИНС. В среде MatLab провели исследование для обоснования выбора структуры ИНС и оптимального алгоритма обучения.

Преимущество этого подхода включает тот факт, что пакет программ может быть развернут на существующей инфраструктуре сетей Wi-Fi, которые работают на множестве объектов, таких как жилые здания и торговые центры, вокзалы и аэропорты.

Недостаток этого подхода заключается в том, что для его полноценной работы необходимо заранее составить карту помещений, где будет осуществляться навигация.

Дальнейшие исследования, на наш взгляд, целесообразно продолжить в следующих направлениях:

реализация многомерного классификатора для преобразования радиоотпечатков в многомерные координаты (x , y , высота);

проведение исследований влияния использования интерполяции входных данных (линейной и различными сплайнами) на скорость обучения и точность навигации при неполноте входных данных, или с целью сокращения объёма измерений при построении Wi-Fi карты помещений;

разработка метода снижения размерности входного вектора радиоотпечатков;

повышение качества навигации при комбинировании с инерционной системой навигации;

добавление обработки сигналов от Bluetooth LE маячков к сигналам от Wi-Fi точек доступа.

Библиографический список

1. Соловьев Ю.А. Системы спутниковой навигации. – М.: ЭКО ТРЕНДЗ, 2000. – 267 с.
2. Evennou F., Marx F. Advanced Integration of WiFi and Inertial Navigation Systems for Indoor Mobile Positioning. EURASIP Journal on Applied Signal Processing. Volume 2006, Article ID 86706. Pp. 1–11.
3. Location Based Services for Mobiles.: Technologies and Standards. Shu Wang, Jungwon Min, Byung K. Yi. LG Electronics Mobile Research, USA. 2008.
4. Дворкина Н.Б., Намиот Д.Е., Дворкин Б.А. Мобильные навигационные сервисы и применение технологии OpenCellID для определения местоположения. ГЕОМАТИКА. – 2010. – №2. – С. 80-87. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://sovzond.ru/upload/iblock/fbf/2010_02_014.pdf.
5. Навигация в помещениях с iBeacon и ИНС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/245325>.
6. Шахиди Аюбир. Алгоритм обучения RProp – математический аппарат [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://basegroup.ru/community/articles/rprop>.
7. Хомоненко А.Д., Яковлев Е.Л. Нейросетевая аппроксимация характеристик многоканальных немарковских систем массового обслуживания // Труды СПИИРАН. – 2015. – № 4(41). – С. 81–93.

УДК 656.07

ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНИЧЕСКИМ УСТРОЙСТВАМ, НЕОБХОДИМЫМ ДЛЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ, НА ПРИМЕРЕ СТАНЦИИ ЛУЖСКАЯ

И.Н. Шапкин, А.Д. Обухов

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II» (Москва)

Обоснована необходимость перехода в управлении сортировочной работой к интеллектуальным системам управления (ИСУ), приведен функциональный анализ ИСУ, а также ее функциональная модель, проведен анализ применяемых в настоящее время на станции Лужская основных инновационных технических средств и автоматизированных систем. Разработан комплекс основных требований, предъявляемых к ним для перехода на интеллектуальное управление.

Ключевые слова: сортировочная станция, автоматическая система управления, стационарный технологический процесс, технические средства, модель интеллектуальной системы управления.

Интеллектуализация систем управления реализует современный подход к информационным технологиям, позволяющий обеспечить поддержку трудноформализуемых задач при неполных, нечетких и динамически меняющихся исходных данных. Особый интерес представляет применение этих систем в тех предметных областях, где решения принимаются на основе эвристик и концептуальных моделей. К последним следует отнести автоматическую систему управления работой сортировочной станцией с элементами искусственного интеллекта (АСУИ).

Согласно [1] система считается интеллектуальной, если в ней реализованы следующие основные базовые функции:

1. Функция представления и обработки знаний. Интеллектуальная система должна быть способна накапливать знания об окружающем мире, классифицировать и оценивать их с точки зрения прагматики и непротиворечивости, инициировать процессы получения новых знаний, соотносить новые знания со знаниями, хранящимися в базе знаний. Речь идет об аккумуляции знаний специалистов-экспертов, работающих на сортировочной станции, а именно об оперативно-диспетчерском персонале.

2. Функция рассуждения. Интеллектуальная система должна быть способна формировать новые знания с помощью логического вывода и механизмов выявления закономерностей в накопленных знаниях, получать обобщенные знания на основе частных знаний и логически планировать свою деятельность.

3. Функция обобщения. Интеллектуальная система должна быть способна общаться с человеком на языке, близком к естественному, и получать информацию через каналы, аналогичные тем, которые использует человек при восприятии окружающего мира, уметь формировать «для себя» или по просьбе человека объяснения собственной деятельности, оказывать человеку помощь за счет знаний, которые хранятся в ее памяти, и логических средств рассуждения.

В рамках представленной на рис. 1 функциональной модели интеллектуальной системы в процессе проектирования должны быть выделены следующие основные элементы:

- интеллектуальный интерфейс, обеспечивающий общение с внешней средой и преобразование информации из внешнего во внутреннее и обратно;

- подсистема логического вывода на основе анализа семантики входных сообщений и имеющихся знаний. Она формулирует постановку задачи, осуществляет поиск вариантов ее решения и выбирает из них наилучшее;
- генератор программ, формирующий программу решения, используя знания о методах решения решаемых конкретных задач;
- интерпретатор задач, обеспечивающий выполнение сгенерированных программ;
- база знаний. Она обеспечивает хранение и доступ к различным видам знаний, используемым интеллектуальной автоматизированной системой при ее функционировании.

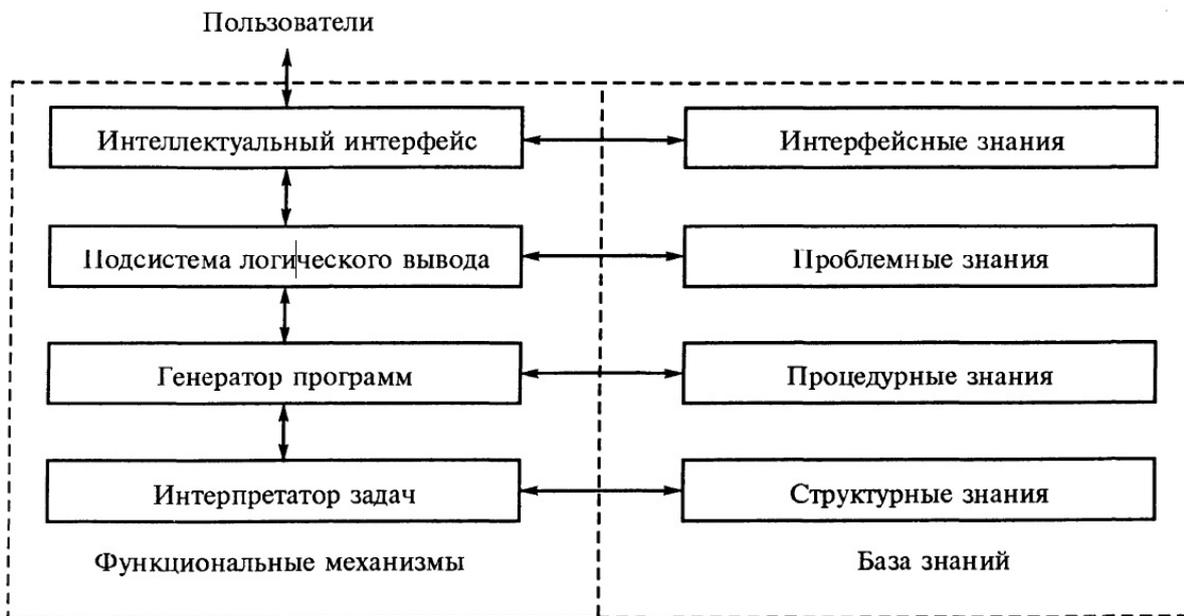


Рис. 1. Схема функциональной модели интеллектуальной системы

Работа рассматриваемой системы на сортировочной станции [2] построена на динамических оптимизационных моделях, где процессы управления можно представить в виде последовательных этапов, на каждом из которых принимается определенное управляющее решение. В некоторых из них разделение на этапы является естественным, а в некоторых может быть введено искусственно для упрощения решения задачи. Такие задачи имеют следующие особенности:

- процесс принятия решений состоит из N последовательных шагов;
- состояние системы на каждом шаге полностью определяет результаты принимаемых решений в будущем;

- на каждом шаге принимается одно из конечного множества решений;
- известно, к какому изменению состояния системы приведет каждое решение.

Возможность функционирования АСУИ обуславливает необходимость получения в режиме реального времени большого объема исходной оперативной информации, которая представляет собой исходные данные для моделирования технологических процессов, происходящих на сортировочной станции. К такой информации, например, относятся данные о дислокации подвижных единиц на станции и прилегающих перегонах, состоянии парков приема, сортировочного и отправления, степени готовности составов для надвига на сортировочную горку, техническом состоянии и возможных моментах отказов технических средств в зоне управления АСУИ. Большую роль также играет «чистота» информационных потоков, т. е. степень их зашумленности, что в конечном итоге влияет на формирование управляющих команд и воздействий. Для обеспечения этих и других целей оперативного управления на сортировочной станции в настоящее время используются инновационные технические средства и автоматизированные системы съема, хранения и передачи информации.

Железнодорожная станция Лужская Октябрьской железной дороги стала полигоном отработки инновационных технологий работы сортировочных станций, а внедряемые здесь технические средства являются основой для формирования малолюдных технологий сортировочных станций на перспективу до 2025 года.

На станции Лужская выполняются следующие основные технологические операции:

- прием груза к перевозке, погрузка, выгрузка;
- организованный прием, отправление поездов по графику движения;
- расформирование и формирование составов в соответствии с планом формирования поездов;
- расформирование/формирование договорных отправительских маршрутов на местах общего пользования;
- технический и коммерческий осмотр вагонов и устранение обнаруженных неисправностей;
- расформирование/формирование маневровых передач;
- работа с местными вагонами, прибывающими под выгрузку;
- обработка участка текущего отцепочного ремонта вагонов;
- обслуживание железнодорожных путей необщего пользования;

- формирование судовых партий (плетей) для «накатки» и сдачи транзитных вагонов на паромную переправу для следования в Балтийск, Киль и Засниц.

Для обеспечения бесперебойного выполнения рассмотренных технологических операций проводятся масштабные работы по проектированию и организации автоматизированного сортировочного комплекса в рамках создаваемой на станции Лужская автоматизированной системы управления транспортным узлом (АСУ ТУ). При этом реализуется следующий комплекс задач:

- планирование поступления на станцию грузов на глубину до 20 сут;
- формирование согласованного плана подвода поездов и постановка судов под грузовые операции на период до 3 сут;
- сменно-суточное и текущее планирование работы узла и станции во взаимодействии с ДЦУП и ИВЦ дороги;
- реализация динамической модели работы станции, где интегрируются данные автоматизированных систем МАЛС, MSR-32, АСКИН, САИ ПС, АПК ДК и др.;
- обеспечение в режиме реального времени автоматического контроля за выполнением основных технологических операций, а также автоматизация планирования работы станции и анализ результатов работы станции и узла;
- электронный документооборот.

Так, автоматизированная система контроля инвентарных номеров вагонов (АСКИН) предназначена для автоматического считывания номеров вагонов, прибывающих или отправляющихся составов, их распознавания, формирования справки и передачи ее в АСУ станции, где результаты распознавания проверяются на соответствие телеграмме – натурному листу (ТГНЛ) поезда либо иным справочным данным.

В содержимое справки входят данные автоматизированного распознавания номеров вагонов в соответствии с их порядковыми номерами в составе, информация о дате и времени прохождения поезда.

Систему АСКИН рекомендуется устанавливать на путях приема/отправления поездов, в сортировочном парке станции. Применение АСКИН позволяет полностью автоматизировать процесс считывания номеров вагонов их распознавания и передачи полученных данных, улучшить условия труда и повысить качество работы персонала станции. На сортировочной станции Лужская система АСКИН способна обеспечивать:

- формирование видеоизображений, содержащих инвентарные номера вагонов;
- распознавание восьмизначных инвентарных номеров вагонов по сформированным видеоизображениям;
- формирование номерного списка вагонов поезда и цветовую индикацию нераспознанных номеров;
- визуальный контроль оператором соответствия распознанных номеров видеоизображениям инвентарного номера;
- формирование отчетов о принятых составах; экспорт отчетов в информационные системы предприятия;
- круглосуточную работу в любых метеорологических условиях.

Интеграция данной информационной системы с автоматизированной системой коммерческого осмотра поездов и вагонов (АСКО ПВ), автоматизированной системой коммерческого осмотра подвижного состава (АСКО ПС) и тепловизионным комплексом дистанционного контроля загрузки вагонов (АСКО ТПВ) позволит формировать сегмент достоверных оперативных данных для первичной обработки и последующего моделирования оперативных управляющих воздействий в АСУИ.

Непосредственно в сортировочной системе станции Лужская реализуется инновационная технология роспуска вагонов в автоматическом режиме управления горочным локомотивом, предусматривающая применение горочной автоматической централизации MSR 32 разработки компании «Siemens AG», интегрированной с российской АСУ сортировочной станции, в увязке с отечественными системами централизации и системой маневровой автоматической локомотивной сигнализации (МАЛС).

В качестве замедлителей на всех тормозных позициях сортировочной горки используются балочные вагонные замедлители производства компании SONA. На предусмотренных двух первых тормозных позициях и шести вторых тормозных позициях устанавливаются последовательно по два замедлителя типа TW-4F.

Предусмотренные 6 пучков путей (6 сортировочных / 8 сортировочных / 8 сортировочных / 8 сортировочных / 6 сортировочных) оборудуются замедлителями третьей тормозной позиции типа TW-5EF, которые работают по принципу прицельного торможения.

Два пучка (8 сортировочных путей / 8 сортировочных путей) оборудуются подтягивающими устройствами. Для определения свободной длины пробега каждый сортировочный путь, снабженный замедлителем третьей тормозной позиции, оборудуется двумя измерительными участками контроля заполнения пути. Сортировочные пути, оборудованные подтяги-

вающими устройствами, также имеют систему контроля заполнения путей. Автоматизированы система управления маршрутами следования и система управления замедлителями первой (УВК), второй и третьей тормозной позиции сортировочной горки и система управления подтягивающими устройствами.

Для оптимальной производительности системы предусмотрено определение скорости надвига с помощью оперативного имитационного моделирования. Значения скоростей отображаются на графическом пользовательском интерфейсе дежурного по горке и передаются на горочный локомотив.

Система управления процессом роспуска берет полностью на себя задачи управления во всей зоне роспуска между горкой и сортировочными путями. Для их выполнения она оборудована подсистемой управления маршрутами следования, которая управляет стрелочными переводами в этой зоне на основе данных натуральных листов в процессе автоматического роспуска. Для управления скоростями предусмотрена автоматическая система управления замедлителями первой, второй и третьей позиций. Системы управления замедлителями первой и второй позиций обеспечивают соблюдение дистанции отцепов друг от друга, чтобы стрелки в распределительной зоне могли быть надежно переведены между отцепами. Кроме того, скорости рассчитываются таким образом, чтобы учитывалась производительность отдельного замедлителя. Замедлители третьей тормозной позиции будут управляться методом прицельного торможения в зависимости от заполнения отдельных сортировочных путей.

Для маневровых передвижений во всей зоне существует возможность установления маневровых маршрутов (установленных УВК). Система контролирует и управляет всеми расположенными внутри зоны стрелками и сигналами, а также всеми карликовыми светофорами, находящимися на границах зоны и указывающими в её направлении. Это относится и к горочным светофорам на горке.

При реализации программы комплексной автоматизации сортировочных процессов на станции Лужская предъявляются требования к вероятности повреждения вагонов при роспуске с горки на уровне не более 10^{-6} , перерабатывающая способность горки – более 5 тыс. вагонов в сутки, снижение себестоимости переработки одного вагона на 5%, а также увеличение практически вдвое производительности труда работников горочного комплекса, включая работников хозяйства автоматики и телемеханики, занятых на обслуживании микропроцессорной техники и малообслуживае-

мого напольного оборудования, сокращение на четверть объема потребляемой электроэнергетических ресурсов.

В настоящее время на станции вводятся в эксплуатацию автоматизированные системы диагностики подвижного состава и коммерческого осмотра, которые обеспечивают значительное сокращение потребности в штате работников пунктов технического и коммерческого осмотра вагонов. Внедряется безлюдная технология закрепления подвижного состава.

Для эффективного функционирования рассматриваемой АСУИ технические средства, применяемые на сортировочной станции при реализации представленной информационной технологии, должны удовлетворять следующим требованиям:

- обеспечение решения задач в реальном или близком к нему масштабе времени;
- обеспечение возможности построения многомашинных комплексов (при их организации) на моделях разной производительности;
- обеспечение высокой надежности;
- обеспечение эффективного взаимодействия человека с системой.

Рассмотренные технические средства являются исполнительными органами, на которые подаются управляющие воздействия от автоматической системы управления сортировочной станцией с элементами искусственного интеллекта (АСУИ).

Построение на сетевых сортировочных станциях автоматической системы управления с элементами искусственного интеллекта, которая предоставит возможность своевременно и оперативно передавать необходимые массивы информационных ресурсов в смежные информационно-управляющие системы и способна воспринимать и реализовывать полученные от них управляющие воздействия, в конечном итоге обеспечит эффективное и бесперебойное выполнение технологического процесса работы любой сортировочной станции ОАО «РЖД».

Библиографический список

1. Башмаков А.И., Башмаков И.А. Интеллектуальные информационные технологии: учеб. пособие. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 304 с.
2. Обухов А.Д. Совершенствование технологии работы сортировочных станций в современных условиях на основе факторного анализа // Бюллетень транспортной информации. – 2015. – № 1. – С. 28–33.

УДК 004.942

МОДЕЛЬ ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

С.А. Селиверстов, Я.А. Селиверстов

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук (Санкт-Петербург)

Представлена логико-алгебраическая модель интеллектуализации транспортно-логистической системы, с единых позиций вводятся формальные описания элементарной операции, транспортно-логистической операции, транспортно-логистического процесса. Семантика транспортно-логистического процесса интерпретируется логикой исчисления предикатов. Интеллектуализация транспортно-логистической системы связывается с самоорганизацией транспортно-логистического процесса и с автоматным поиском решений в пространстве его состояний.

Ключевые слова: логико-алгебраические модели транспортно-логистической системы, интеллектуализация транспортно-логистического процесса, интеллектуальная логистика, теоретико-множественные модели.

Введение

Тема статьи находится на пересечении ряда актуальных научно-практических направлений: транспорта, логистики, кибернетики, непосредственно касающихся проблем оптимальной организации транспортно-логистической системы (ТЛС) [1–3] и интеллектуализации процессов производства, хранения, транспортировки и распределения материальных потоков [3–5].

Одним из магистральных направлений развития ТЛС является их всесторонняя интеллектуализация. Развитие спутниковых систем связи, информационных и компьютерных технологий [6–15], аппаратной реализации функций управления процессами в ТЛС, приближение средств обработки информации к месту её возникновения свидетельствуют о переходе к использованию принципов самоорганизации в управлении ТЛС и автоматического поиска решений в пространстве их состояний.

Выбор логико-алгебраического представления вызван стремлением формально описать реальные процессы [5–7, 9–11], протекающие в ТЛС. Структурное построение подобных моделей выполняется согласно [16], разрешение проблем прагматики и семантики модели – согласно [17] с использованием лингвистической концепции [16, 18], при этом достигается

адекватность модели исходной предметной области и определенный автоматизм ее составления.

Этому, по-существу, и посвящена настоящая работа, и изложение её сути уместно начать с определения концептуальной модели ТЛС как отправной точки в построении систем любой сложности.

1. Формальное представление интеллектуальной транспортно-логистической системы

На основе теории отношений [1], ТЛС (рис. 1) отождествляется с погруженной в информационную I и временную T среды тройки объектов X, W, L , т.е.

$$TLS: \left(\langle X, W, L \rangle_I \right)_T, \quad (1)$$

где $X = \{x_j, j = 1, \dots, m\}$ – функциональное ресурсное множество;

$W = \left\{ Y, U_L^Y \right\}$ – нагруженное множество операций, такое что $Y = \{y_i, i = 1, \dots, n\}$ – множество операций;

$U_L^Y = \left\{ \begin{array}{l} u_l^{y_i}, i = 1, \dots, n \\ l = 1, \dots, L \end{array} \right\}$ – множество условий выполнения операций;

$L: W \rightarrow X$ множество отображений, обеспечивающих оборот ресурсов в ТЛС.

Оставляя за скобками поэлементное разукрупнение ТЛС (с её подробным изложением можно познакомиться в [19, 20]), приступим к формальному описанию транспортно-логистических процессов (ТЛП).

2. Элементарная операция

Под элементарной операцией (ЭО) над ресурсом будем понимать действие, приводящее к изменению состояния ресурса, в отношении которого оно осуществляется.

Данное определение в логико-алгебраической форме записи представим в виде выражения

$$y_i(S_j^{k1}) \rightarrow S_j^{k2}. \quad (2)$$

Перейдем к описанию структурного процесса формирования ЭО.

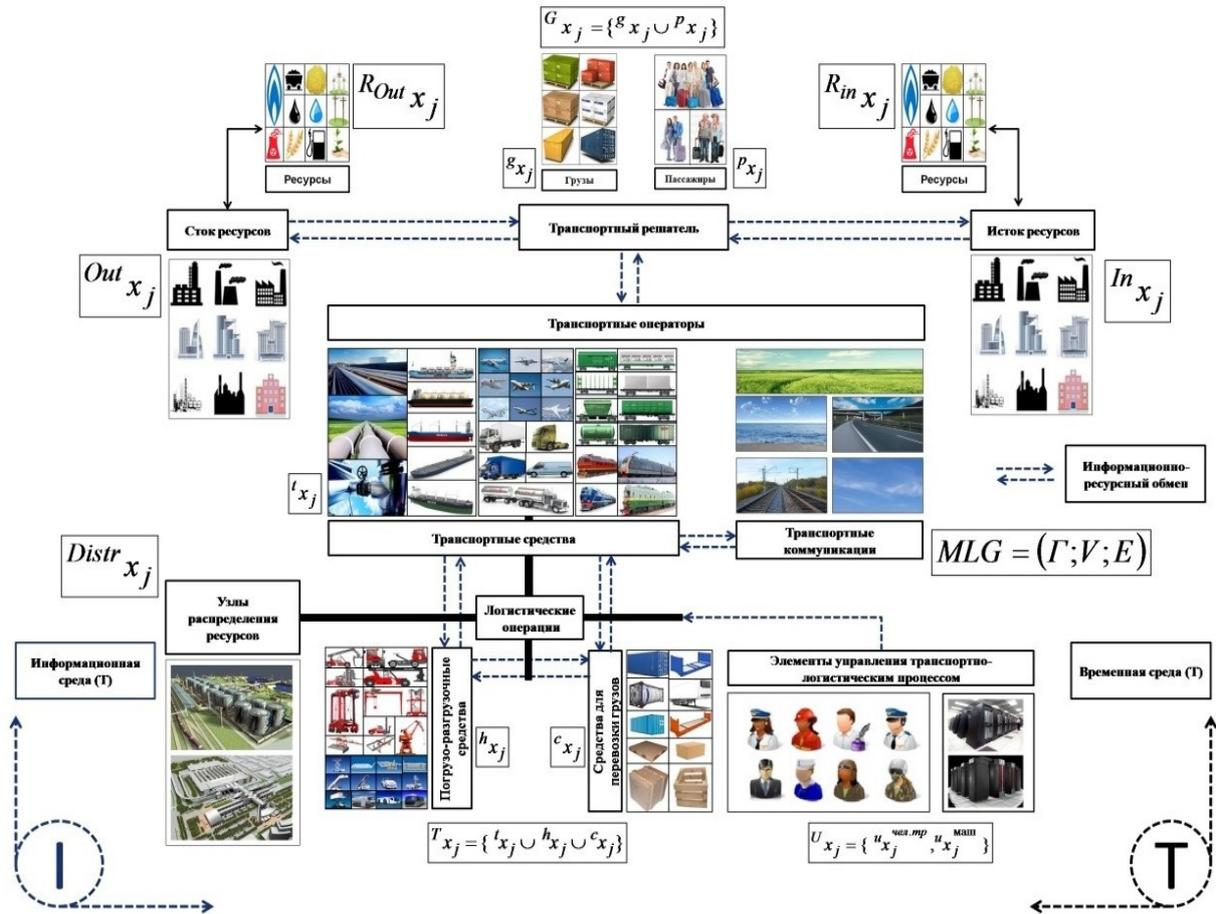


Рис. 1. Формальное представление транспортно-логистической системы

Пусть каждой ЭО $y_i(S_{j=1}^k; S_{j=2}^k)$ соответствует множество $\{u_i^{y_i}\}$ условий ее выполнения:

$$y_i(S_{j=1}^k; S_{j=2}^k) \rightarrow \{u_i^{y_i}\}. \quad (3)$$

А каждому ресурсу x_j пусть соответствует множество S_j^k его состояний или фаз:

$$x_j \rightarrow S_j^k = \{S_j^k, k = 1, \dots, K\}. \quad (4)$$

Поскольку выполнение ЭО зависит от наличия соответствующих ресурсов, определяемых множеством состояний S_j^k , условие согласования ресурсов и операций можно представить выражением

$$|u_i^{y_i} \cap S_j^k| \leq 1, \quad (5)$$

где скобки $|\dots|$ означают мощность (или меру) множества $u_i \cap S_j^k$, соответствующую тому, что каждое множество $u_i^{y_i}$ содержит не более одной фазы (состояния) из каждого множества S_j^k , т. е., каждый ресурс в фиксированный момент времени практически не может находиться более, чем в одном состоянии или в одной фазе.

Таким образом, состояние ресурса или его фазы может быть пропорционально интервалу или моменту времени, в котором рассматривается ресурс

$$k \sim [\tau_{def} \vee (\tau_i; \tau_{i+1})], \quad (6)$$

где τ_{def} – определенный момент времени, а $(\tau_i; \tau_{i+1})$ – определенный интервал времени.

Согласно предложенному определению ЭО действие приводит к изменению состояния ресурса, при этом процесс организации и выполнения ЭО протекает в пространстве и времени, является целенаправленным и связан с наличием некоторого функционала управления C [21], удовлетворяющего заданному множеству ограничений G , накладываемых на входные IN и выходные OUT параметры ЭО, и критерию качества управления Q_m (7).

$$C : \begin{matrix} G \\ IN \rightarrow OUT \\ Q_m \end{matrix} \quad (7)$$

$$G = \bigcup_{i=1}^n G_i, \quad Q_m = \bigcup_{j=1}^m Q_j, \quad IN = \left\{ S_j^{k=m}; u_l^{y_i} = a \right\}, \quad OUT = \left\{ S_j^{k=n}; u_l^{y_i} = b \right\}.$$

Роль параметров IN и OUT играют соответственно значения интегральных показателей состояния ресурса и условий выполнения в виде реальных или прогнозных значений весовых коэффициентов, а параметр Q_m является интегральной величиной, характеризующей качество управления ЭО.

Процедура формирования ЭО представлена на рис. 2.

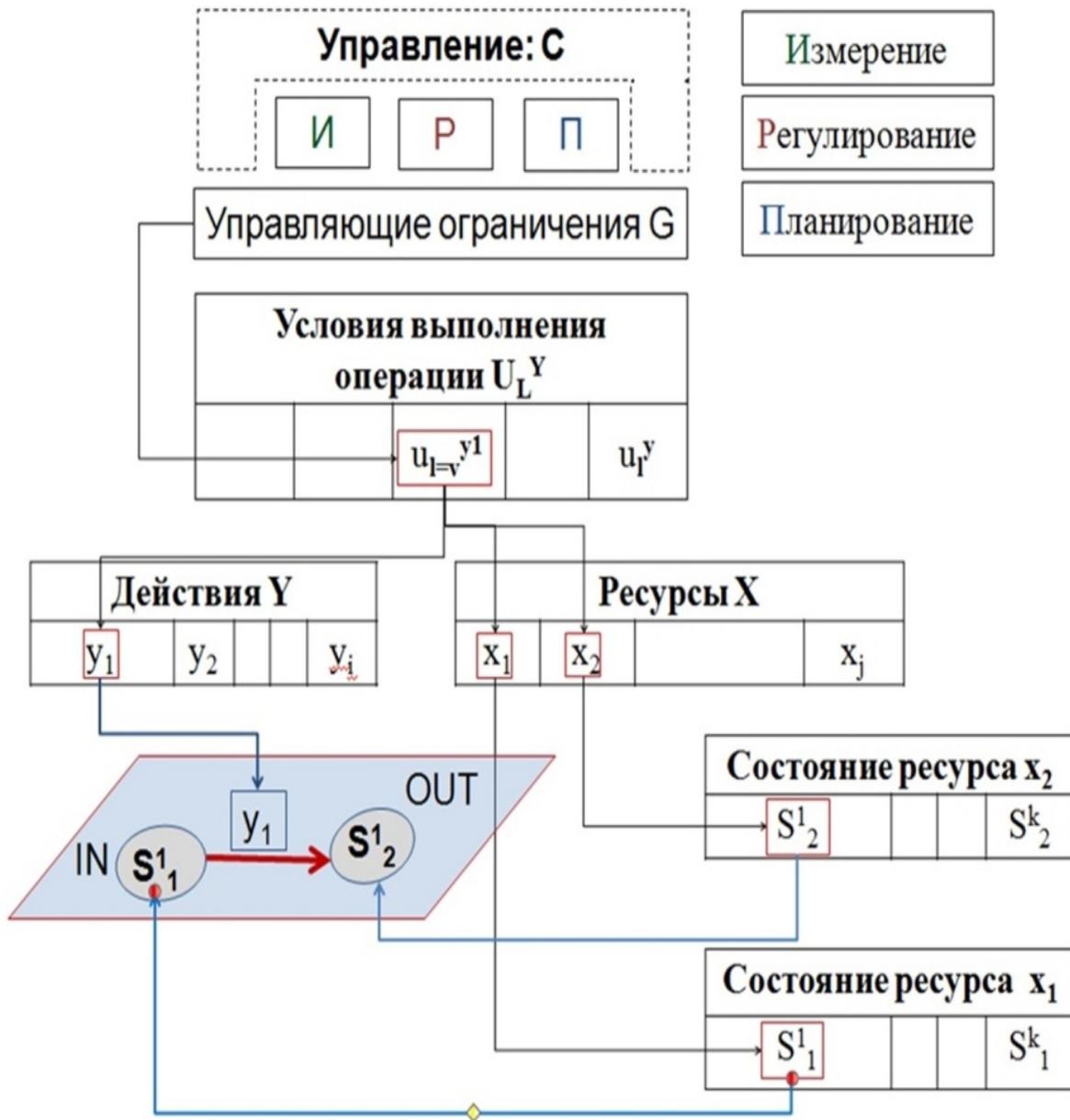


Рис. 2. Процедура формирования ЭО

3. Транспортно-логистическая операция

Транспортно-логистическая операция (ТЛО) – определенным образом, организованная во времени последовательность выполнения действий, позволяющая достигнуть заданные показатели этого процесса. Процесс формирования ТЛО условно представлен на рис. 3.

Пусть для выполнения ТЛО всегда имеются и доступны в любой момент времени необходимые ресурсы и возможность выполнения действий над ними.

Тогда, предполагая наличие у каждого состояния ресурса двух модальностей – «наличие ресурса (s_j^k)» и «отсутствие оною» ($\neg s_j^k$) – и определяя конъюнкции на множествах U_L^Y , операционный процесс можно представить формулой F_i^{kf} в дизъюнктивной нормальной форме (ДНФ) в виде

$$F_i^{kf} = \bigvee_{l=1}^L \bigwedge_{j=1}^m S_{ij}^k, \quad (8)$$

$$F_i^{kf} = \left[\frac{(s_j^k, \dots, \neg s_j^k) \wedge (s_j^k, \dots, \neg s_j^k)}{s_{il}^k} \right] \vee \dots \vee \left[\frac{(s_j^k, \dots, \neg s_j^k) \wedge (s_j^k, \dots, \neg s_j^k)}{s_{il}^k} \right], \quad (9)$$

где S_{ij}^k – реализующее операционное множество; kf – состояние операции, а $\left(\bigvee_{l=1}^L \right)$ связка ИЛИ не исключает возможности выполнения одной и той же операции разным соотношением ресурсов.

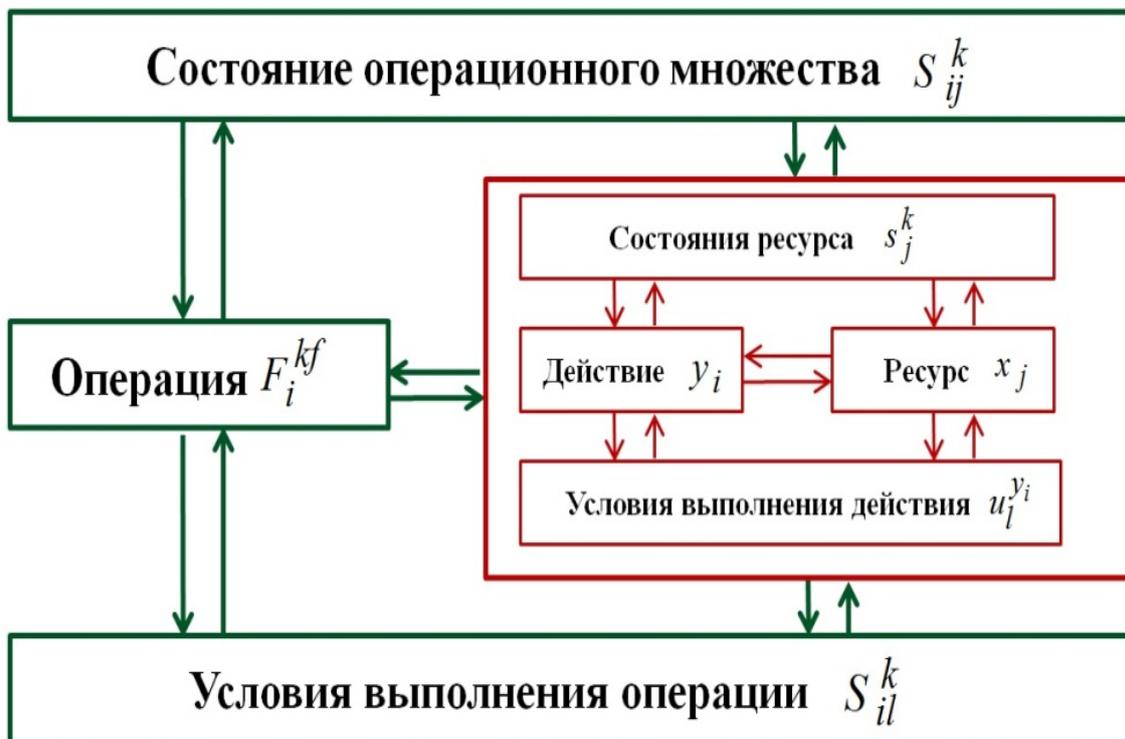


Рис. 3. Процесс формирования ТЛО

Выражение (8) будем называть условием работоспособности операционного процесса или первым условием работоспособности ТЛС.

Приписывая значения «ИСТИНА» соответствующему литералу из множества S_{il}^k получим, что первое условие работоспособности (9) эквивалентно тавтологичности формулы F [20].

4. Транспортно-логистический процесс

Транспортно-логистический процесс – определенным образом организованная во времени последовательность выполнения ТЛЮ, позволяющая достигнуть заданные показатели ТЛС. Формализуем процесс формирования последнего.

Пусть для выполнения ТЛП существует и всегда доступен набор необходимых операций F_i^{kf} , определяемых в (7), тогда операционный процесс можно представить:

$$L_p^{kp} = \bigvee_{c=1}^C \bigwedge_{i=1}^n F_i^{kf}, \quad (10)$$

$$L_p^{kp} = \left[\frac{(F_{i=1}^{kf}, \dots, F_{i=h}^{kf}) \wedge (F_{i=2}^{kf}, \dots)}{F_{p1}^{kp}} \right] \vee \dots \vee \left[\frac{(F_{i=1}^{kf}, \dots, F_{i=m}^{kf}) \wedge (F_{i=5}^{kf}, \dots, F_{i=l}^{kf})}{F_{pc}^{kp}} \right], \quad (11)$$

где $\left(\bigvee_{c=1}^C \right)$ – логическая связка ИЛИ не исключает возможности выполнения одного и того же процесса разным соотношением операций, а на множестве L_p^{kp} задан полный строгий порядок F_i^{kf} ; kp – состояние ТЛП.

Отношение строгого порядка на L_p^{kp} задает порядок следования операций F_i^{kf} .

Приписывая значения «ИСТИНА» соответствующему литералу из множества F_{pc}^{kp} , получим, что второе условие устойчивой работоспособности ТЛП эквивалентно тавтологичности формулы L_p^{kp} [20].

5. Организация ТЛП в ТЛС

Под устойчивой работой ТЛС будем понимать определенным образом организованную во времени последовательность протекания ТЛП, направленную на сохранение и повышение устойчивости ТЛС, определяемой ее функцией полезности.

Процесс поддержания устойчивой работы ТЛС представлен на рис. 4.

Пусть для устойчивой работы ТЛС, определяемой функцией полезности $\Phi(\phi_1, \dots, \phi_n)$, существует возможность организации протекания необходимого множества ТЛП L_p^{kp} , определяемых в (10), (11). Тогда устойчивую работу ТЛС можно представить формулой TLS_p^{ks} в ДНФ в виде

$$TLS^{ks} = \bigvee_{\pi=1}^N \bigwedge_{p=1}^n L_p^{kp} \rightarrow TLS \langle \max \Phi(\phi_1, \dots, \phi_n) \rangle, \quad (12)$$

$$TLS_p^{ks} = \left[\frac{(L_{p=1}^{kp}, \dots, L_{p=h}^{kp}) \wedge (L_{p=2}^{kp}, \dots)}{L_{p1}^{ks}} \right] \vee \dots \vee \left[\frac{(L_{p=1}^{kp}, \dots, L_{p=m}^{kp}) \wedge (L_{p=5}^{kp}, \dots, L_{p=l}^{kp})}{L_{p\pi}^{ks}} \right], \quad (13)$$

где $\left(\bigvee_{\pi=1}^N \right)$ – логическая связка «ИЛИ» не исключает возможности обеспечения устойчивой работы ТЛС разным соотношением протекающих ТЛП.

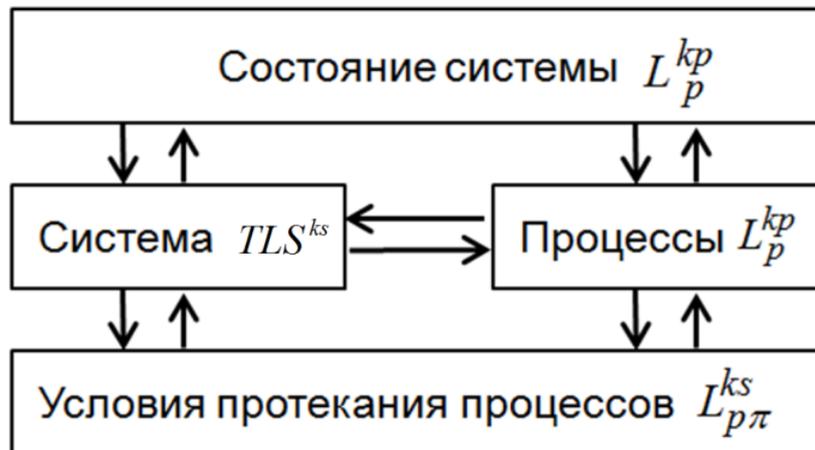


Рис. 4. Устойчивая работа ТЛС

Приписывая значение «ИСТИНА» соответствующему литералу из множества $L_{p\pi}^{ks}$, получим, что третье условие устойчивой работоспособности ТЛС также эквивалентно тавтологичности формулы TLS_p^{ks} .

Схему концептуальной структуры ТЛС представим на рис. 5.

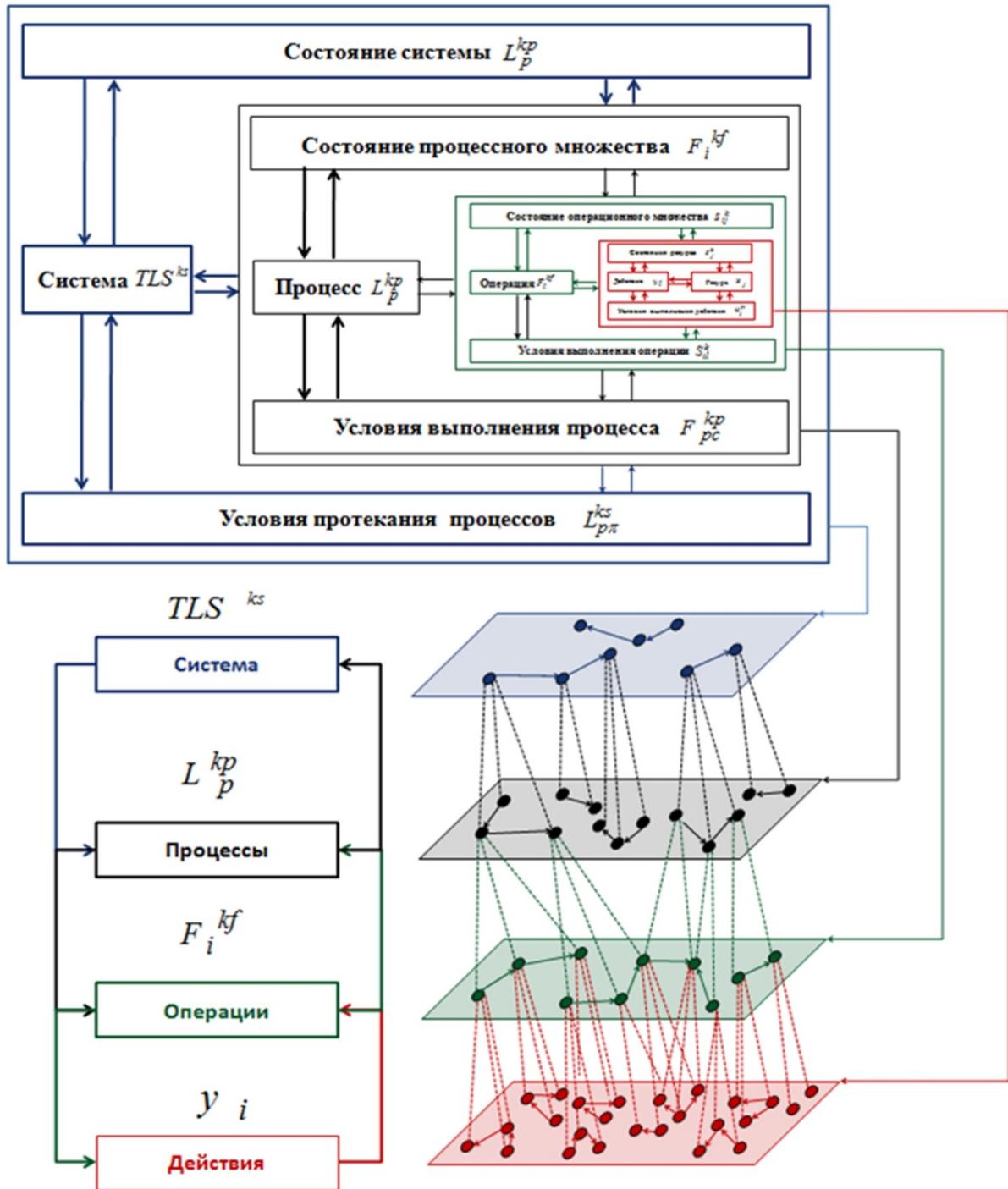


Рис. 5. Концептуальная структура интеллектуальной ТЛС

Помимо линейной записи, формулы (8)–(13) могут быть представлены балансовым соотношением, способствующим не только встраиванию логистических моделей в модели экономики логистического процесса, но и открывающим путь к решению задачи его самоорганизации. Балансовое

соотношение, эквивалентное первому условию работоспособности ТЛС (8), примет вид

$$F_i^{kf} \sim Z^{F_i^{kf}}(t) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m a_{ij}^k \times q_i, \quad (14)$$

где $Z(t)$ – количество ресурсов, требуемое для выполнения логистических операций в момент времени t ; q_i – интенсивность i -й операции.

Опираясь на соотношение (14), можно построить $n \times m$ матрицу A с элементами

$$A_{ij} = \begin{cases} a_{ij}^k, & \text{если } (S_{ij}^k \in u_l^{y_i}) \wedge (S_{ij}^k = s_j^k), \\ -a_{ij}^k, & \text{если } (S_{ij}^k \in u_l^{y_i}) \wedge (S_{ij}^k = \neg s_j^k), \\ 0, & \text{если } S_{ij}^k \cap u_l^{y_i} = \emptyset \end{cases} \quad (15)$$

и записать соотношение (15) в привычной линейной форме

$$Z = A \times q.$$

Эта форма устойчиво разрешима, если соответствующая ей формула F тавтологична. Причём она разрешима при любом изменении матрицы A , сохраняющем схему расположения знаков [20]. Тогда смысл самоорганизации логистического процесса будет заключаться в том, что при заданных значениях: а) количества ресурсов Z , рекомендуемых для выполнения системы W , б) интервалов изменения коэффициентов a_{ij}^k и в) интенсивностей операций q_i отыскиваются такие величины коэффициентов a_{ij}^k , которые удовлетворяли бы балансовому соотношению. В основу же процедуры поиска удобно положить метод многомерной последовательной оптимизации, рассмотренный в [6, 21, 25].

Заключение

Поставленные в настоящей работе задачи принципиально решены. В качестве математического аппарата выбрано логико-алгебраическое исчисление, позволившее: а) описать процессы, происходящие как в экспертных системах, так и в системах с управляемой самоорганизацией ТЛП

и б) перебросить мост в наработанную ранее в [7, 21] методологию построения самоорганизующихся ТС.

В рамках исчисления предикатов правомерен переход к исчислению нечетких логических переменных в интуиционистских и модальных логиках со сложной семантикой, наиболее адекватно отражающих поведение реальных ТЛП [20-25].

Работа проводилась при поддержке Комитета по науке и высшей школе Санкт-Петербурга в 2013 г.

Библиографический список

1. Белый О.В., Кокаев О.Г., С.А. Попов С.А. Архитектура и методология транспортных систем : монография. – СПб.: Элмор, 2002. – 256 с.
2. Takyi Harriet., Kofi Poku., Emmanuel Kwaben Anin., Logistics Inefficiencies of Urban Transportation System in Ghana. International Journal of Humanities and Social Science. Vol. 3. No. 6 [Special Issue – March 2013].
3. Bernardo Villarreal, Elizabeth Cortez, Gabriela Carrales, Paulina Novelo, Daniela González. Improving performance through Logistics Strategies. International Business & Economics Research Journal – March 2009. Vol. 8. No. 3.
4. Селиверстов Я.А., Селиверстов С.А. О логико-алгебраическом представлении транспортно-логистического процесса // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Информатика. Телекоммуникации. Управление. – 2014. – Т. 4. – № 200. – С. 57–68.
5. Селиверстов С.А. Методы и алгоритмы интеллектуального анализа процесса организации транспортной системы // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2014. – № 2 (24). – С. 92–100.
6. Селиверстов С.А., Селиверстов Я.А. О построении интеллектуальной системы организации и развития транспортной системы мегаполиса // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Информатика. Телекоммуникации. Управление. – 2015. – № 2–3 (217–222). – С. 139–161.
7. Селиверстов Я.А. Использование правила резолюций в вопросно-ответной процедуре транспортного планировщика // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2013. – № 1 (20). – С. 145–152.
8. Селиверстов Я.А., Стариченков А.Л. Построение моделей управления городскими транспортными потоками в условиях неопределенности внешней информационной среды // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Информатика. Телекоммуникации. Управление. – 2014. – № 6 (210). – С. 81–94.

9. Селиверстов Я.А., Селиверстов С.А., Стариченков А.Л. Особенности построения системы городского транспортно-логистического мониторинга // Известия Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета (ЛЭТИ). – 2015. – Т. 1. – С. 29–36.
10. Селиверстов Я. А. О построении модели классификации межагентных отношений социально-экономического поведения городского населения в системах управления транспортными потоками мегаполиса // Интернет-журнал «Науковедение». – 2014. – № 5. – С. 188.
11. Селиверстов Я.А., Селиверстов С.А. Методы и модели построения матриц транспортных корреспонденций // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Информатика. Телекоммуникации. Управление. – 2015. – № 2–3 (217–222). – С. 49–70.
12. Селиверстов Я.А., Селиверстов С.А. Применение метода имитационного моделирования для оценки эффективности новых видов городского пассажирского транспорта // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2015. – № 3 (31). – С. 83–92.
13. Селиверстов С.А., Селиверстов Я.А. Моделирование транспортных потоков мегаполиса с вводом новых видов водного внутригородского пассажирского транспорта // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2015. – № 2 (30). – С. 69–80.
14. Селиверстов Я. А. Моделирование процессов распределения и развития транспортных потоков в мегаполисах // Известия Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета (ЛЭТИ). – 2013. – № 1. – С. 43–50.
15. Кузин Л.Т. Основы кибернетики. В 2 т. Т. 1. Математические основы кибернетики : учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1994. – 576 с.
16. Вельдер С.Э., Лукин М.А., Шалыто А.А., Яминов Б.Р. Верификация автоматных программ. – СПбГУ ИТМО, 2011. – 242 с.
17. Richard W. Kaye. The Mathematics of Logic. Cambridge University Press 2007, p. 204.
18. Лукинский В.С. и др. Модели и методы теории логистики : учебное пособие / под ред. В.С. Лукинского. – СПб.: Питер, 2003. – 219 с.
19. Гусев С.А. Интеллектуализация логистики. – Саратов: Саратовский государственный технический университет им. Гагарина, 2013. – 204 с.
20. Кокаев О.Г., Лукомская О.Ю., Селиверстов С.А. О технологии анализа транспортных процессов в современных условиях хозяйствования // Транспорт Российской Федерации. – 2012. – № 2 (39).
21. Davydov G, Davydova I. Tautologies and positive solvability of homogeneous systems // Annals of Pure and Applied Logic, 57, 1992, No 1.
22. Stuart Russell and Peter Norvig. Artificial Intelligence: A Modern Approach. Prentice Hall, 2003. – 1018 p.

23. Hui Yu, Furoo Shen, Osamu Hasegawa. A Multidirectional Associative Memory Based on Self-organizing Incremental Neural Network. Neural Information Processing. Models and Applications Lecture Notes in Computer Science Volume 6444, 2010. – Pp. 344–351.

24. Афанасьев А.Н., Войт Н.Н. Интеллектуальная обучающая система концептуальному проектированию автоматизированных систем // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2010. – №4 (2). – Т. 12. – С. 465–468.

25. Селиверстов Я.А., Селиверстов С.А. Формальная аксиоматика теории «функционального» субъективного потребительского поведения // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. – 2014. – № 4 (199). – С. 34–48.

РЕШЕНИЕ КОНФЕРЕНЦИИ



**МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-
ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«РАЗВИТИЕ ИНФРАСТРУКТУРЫ
И ЛОГИСТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ
В ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ»
(РИЛТТРАНС-2015)**

Санкт-Петербург, Россия

23-25 сентября 2015 г.

РЕШЕНИЕ

Международная научно-практическая конференция «Развитие инфраструктуры и логистических технологий в транспортных системах» (РИЛТТРАНС-2015) проведена в Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I с 23 по 25 сентября 2015 года (Санкт-Петербург). Основным направлением работы конференции заявлены новые решения для Усть-Лужского транспортного узла.

Организаторами конференции выступили Открытое акционерное общество «Российские железные дороги» (ОАО «РЖД») и Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» (ФГБОУ ВПО ПГУПС).

Всего в работе конференции приняли участие 182 человека, образовательные организации, научно-исследовательские и проектные институты, производственные предприятия.

Среди участников конференции 32 доктора наук, 36 кандидатов наук, 25 генеральных директоров, их заместителей и главных инженеров.

Работа конференции проводилась по четырём научным направлениям (секциям): «Развитие транспортной инфраструктуры и обеспечение безопасности», «Информационные технологии в транспортных системах», «Совершенствование транспортных технологий и логистики», «Подготовка инженерных кадров для транспорта». Кроме того, прологом конференции явилась работа отдельной секции «Молодые учёные».

По результатам обсуждения представленных докладов Международная научно-практическая конференция «Развитие инфраструктуры и логистических технологий в транспортных системах» рекомендует:

1. Одобрить и принять в качестве типового реализуемый принцип комплексного поэтапного развития железнодорожных подходов к порту и

инфраструктуры припортового Усть-Лужского транспортного узла, основанный на создании специализированных по родам грузов портовых районов и взаимодействующих с ними районных парков и припортовых станций.

2. Считать приоритетной задачей формирование и реализацию Программы комплексного развития железнодорожной инфраструктуры припортовых железнодорожных узлов в увязке с развитием портов на период до 2030 года (в соответствии с распоряжением ОАО «РЖД» №1458р от 09.06.2015 года, далее – Программа) с обеспечением решения полного комплекса вопросов научно-методического, проектно-технологического и организационного характера.

В этих целях:

2.1 рекомендовать к выполнению научно-исследовательские работы по методическому обеспечению Программы, включая задачи:

определения границ объекта исследования и проектирования для совместной оптимизации распределения перевалки между морскими торговыми портами, технологии и технического оснащения морских терминалов и железнодорожных подсистем транспортных узлов;

классификации припортовых транспортных узлов для корректной постановки задач их развития в части целевой функции, управляемых переменных и системы ограничений;

обоснования эффективных траекторий развития припортовых узлов, в координатах «время – состояние», в том числе при ограничениях на доступные инвестиционные ресурсы и возможные темпы их освоения;

развития теории взаимодействия и регулирования транспортных процессов в припортовых узлах;

развития взаимоувязанных имитационных и сетевых потоковых математических моделей с фиксацией результатов моделирования работы транспортных узлов и их последующей оценкой по простым, пробежным, энергетическим и стоимостным показателям.

2.2 предусматривать при обосновании инвестиций для реализации мероприятий Программы:

анализ схемных решений припортовых узлов с оценкой их комплектности и существующих эксплуатационных потерь в них;

варианты уровней развития припортовых транспортных узлов:

- на параметры Стратегии развития морской портовой инфраструктуры России до 2030 года, разработанной под руководством ФГУП «Росморпорт» (максимальный);

- исходя из грузопотоков и возможностей развития железнодорожных подходов к припортовым узлам, установленных в Генеральной схеме развития железнодорожного транспорта;

- с учетом оценки доступных инвестиционных ресурсов (минимальный);

обеспечение запаса инвариантности проектируемой железнодорожной инфраструктуры к возможному перепрофилированию терминальных мощностей и реверсу грузопотоков в перспективе;

учет специфических технологических требований к железнодорожному обслуживанию как универсальных сухогрузных морских терминалов, так и высокопроизводительных специализированных терминалов;

объединение оперативно-диспетчерского руководства железнодорожными операциями и логистического планирования работы транспортного узла;

обеспечение требуемого уровня эффективности маршрутизации груженых и порожних вагонопотоков с унифицированными полигонными нормами веса и длины составов и организацию движения ускоренных грузовых поездов по специализированным расписаниям, в том числе с переходом к движению поездов по технологической схеме «терминал – терминал» вместо схемы «станция – станция»;

применение и развитие принципов Единого комплексного технологического процесса работы транспортного узла (ЕКТП).

2.3 наладить системную работу по мониторингу реализации Программы и своевременной её корректировке с учетом динамичности транспортных связей, а также оценкой технологических и инвестиционных рисков для обеспечения с момента принятия Программы её исполнения в качестве основы технических заданий на проектно-изыскательские и научно-исследовательские работы при определении параметров технических условий на примыкания путей морских терминалов к магистральной железнодорожной сети.

3. ОАО «РЖД» инициировать переработку СТН Ц-01-95 и Правил и технических норм проектирования станций и узлов на железных дорогах колеи 1520 мм (утв. МПС России 28.07.2000 года ЦД-858) с активным участием ученых железнодорожных вузов. При этом обратить особое внимание на:

3.1 актуализацию типовых схем портовых станций и примыкающих к ним терминальных комплексов с учётом накопленного опыта и прогрессивных решений по Усть-Лужскому транспортному узлу;

3.2 усиление вопросов обоснования этапного развития железнодорожных станций и взаимодействующей с ними инфраструктуры других видов транспорта, в первую очередь портов;

3.3 выполнение обязательной модельной экспертизы проектных решений для оценки их соответствия предполагаемым объемам работы и структуре вагонопотока.

4. Считать важным направлением совершенствования Усть-Лужского транспортного логистического кластера широкое внедрение и развитие информационно-управляющих логистических систем. В частности, продолжить развитие защищенного электронного технологического документооборота как интегрированной системы юридически значимого документационного управления технологическими процессами.

5. Одобрить и рекомендовать ускорить завершение формирования функциональных структур по направлениям деятельности в системе Главного вычислительного центра – филиала ОАО «РЖД».

6. Рекомендовать ОАО «РЖД» провести исследование по оптимизации кадрового обеспечения Усть-Лужского транспортного узла с учётом существующих и планируемых мест проживания его работников. Для улучшения условий доставки работников узла на предприятия и обратно рассмотреть возможность системы автоматизации построения периодических расписаний организации движения транспорта. Считать актуальной задачей внедрение в Усть-Лужском транспортном узле безлюдных технологий.

7. Считать целесообразным проведение научных исследований по надёжности работы новых систем горочной автоматики, внедряемых в Сортировочной системе станции Лужская, особенно в зимний период.

8. Для повышения качества практической подготовки выпускников вузов и получения ими опыта взаимодействия с работниками смежных производственных подразделений создавать на летний период в крупных железнодорожных узлах временные центры управления производственной практикой, координирующие работу комплексных студенческих отрядов из студентов разных специальностей и направлений подготовки.

9. Для прохождения студентами, обучающимися по целевым направлениям предприятий ОАО «РЖД», производственной практики на рабочих местах службам управления персоналом региональных профильных дирекций рассмотреть возможность выделения для этого на период практики дополнительного временного штата.

10. Учитывая положительный опыт проведения конференции, считать целесообразным проведение подобных конференций регулярно с периодичностью раз в два года.

Решение конференции

Участники конференции выражают благодарность генеральным спонсорам конференции ООО «Трансойл» и ОАО «Ростерминалуголь» за финансовую поддержку, Октябрьской железной дороге – филиалу ОАО «РЖД», Октябрьской дирекции управления движением – структурному подразделению Центральной дирекции управления движением – филиала ОАО «РЖД», компаниям ОАО «Морской торговый порт Усть-Луга» и Администрации морского порта Усть-Луга за организацию выездного семинара участников конференции в Усть-Лужский транспортный узел, а также ПАО «Ленгипротранс» и ОАО «ПУЛ транс» за помощь в организации конференции.

Сопредседатели конференции

Первый вице-президент ОАО «РЖД»



А.А. Краснощек

Ректор ФГБОУ ВПО ПГУПС



А.Ю. Панычев

Содержание

Доклад первого вице-президента ОАО «РЖД» А.А. Краснощёка	3
РАЗДЕЛ 1. ПОДГОТОВКА ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ ДЛЯ ТРАНСПОРТА	13
<i>А.А. Краснощёк, А.Ю. Паньчев, П.К. Рыбин</i> К вопросу подготовки кадров для Усть-Лужского железнодорожного узла	14
<i>Н.А. Латышева</i> Формирование культуры безопасности как проблема развития персонала отрасли: смысл и практика	25
<i>Э.В. Шишкина, Ю.Н. Панова</i> Ожидаемые компетенции от специалистов в области логистики	32
РАЗДЕЛ 2. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ЛОГИСТИКИ	37
<i>В.М. Соколов, Е.А. Архипова, Б.В. Сабиров, Е.А. Руденко</i> Технологическая и логистическая оптимизация и взаимодействие участников при перевозках нефтеналивных грузов в порт Усть-Луга	38
<i>В.Н. Зубков, Е.В. Рязанова</i> Эффективность формирования судовых партий на станции «9 км» в адрес припортовых станций Азово-Черноморского бассейна на основе создания мультимодального логистического транспортного центра	46
<i>Т.Н. Каликина, Д.С. Серова</i> Взаимодействие железнодорожного и морского транспорта в условиях невыполнения согласованного подвода грузов	55
<i>Е.С. Юдникова</i> Формирование конкурентоспособного потенциала транспортных организаций на рынке грузовых перевозок	59
<i>С.А. Селиверстов, Я.А. Селиверстов</i> Аксиоматические методы организации транспортно-логистической инфраструктуры	67
<i>В.М. Задорожний</i> Актуальные вопросы управления порожними вагонопотоками припортовых транспортно-технологических систем	78
<i>Г.Б. Титов</i> Перспективы оказания перевозочной услуги на принципах одного окна	85
<i>О.П. Кизляк</i> К вопросу формирования логистической инфраструктуры в сфере международного товародвижения	90

Содержание

<i>Р. Ансалонс, Г. Громовс</i> Использование логистических принципов при сборке товарных грузов на складах железной дороги	93
<i>Д.М. Багаев, Н.В. Ёршиков</i> Особенности работы автомобильно-железнодорожно-паромного комплекса порта Усть-Луга	100
<i>А.А. Дегтярёв</i> Особенности технологии формирования подач на терминалы морского торгового порта Усть-Луга в сортировочной системе станции Лужская	108
<i>Е.А. Деев, С.Н. Корнилов</i> Проблемы развития мультимодальных перевозок в России	117
<i>Н.А. Гончарова</i> Технология тайм-слотирования в работе тыловых логистических терминалов	122
<i>Д.И. Хомич, В.С. Тимченко</i> Определение оптимальной продолжительности «окна» на железнодорожных подходах к крупным транспортным узлам	126
<i>В.В. Трапенов</i> Исследование размещения логистических транспортно- складских комплексов и распределения грузопотоков в городских агломерациях	135
<i>Е.В. Зайцев</i> Статистический анализ взаимодействия станций и депо на грузонапряженных направлениях железных дорог	146
<i>М.В. Фёдорова</i> Вопросы городского пассажирского транспорта при формировании новых форм расселения	153
РАЗДЕЛ 3. РАЗВИТИЕ ИНФРАСТРУКТУРЫ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ	161
<i>Ю.И. Ефименко, М.В. Четчуев, А.Г. Филиппов</i> Учёт перспективы в проектах развития инфраструктуры железнодорожных станций и узлов	162
<i>А.Ф. Бородин</i> О формировании программы комплексного развития железнодорожной инфраструктуры припортовых железнодорожных узлов в увязке с развитием портов на период до 2030 года	173
<i>О.Н. Числов</i> Вариант оценки схемных решений и надежности работы объектов транспортной инфраструктуры железнодородных узлов	184

<i>А.В. Логачева, М.А. Гладкова</i> Мировые тенденции развития транспортной инфраструктуры	188
<i>Э.В. Шабарова</i> Рельсовый транспорт в Калининграде – городе Чемпионата мира-2018	193
<i>Д.С. Безусов</i> Припортовая грузовая станция в системе мультимодальных перевозок	211
<i>Р.Р. Ахмедов, В.В. Васильев</i> Исследование степени влияния факторов на потребную мощность станционных устройств портовой станции	223
<i>А.Г. Филиппов</i> Анализ учёта перспективы развития путепроводных развязок по роду движения	236
<i>В.В. Хан</i> Формирование методов исследования инфраструктуры железнодорожных узлов	244
<i>С.А. Бондарев</i> Профилактика внезапной смерти на транспорте	257
<i>А.Е. Красковский, С.А. Денисов, С.Я. Ройтман, С.А. Вырков</i> Балльная система оценки рисков на предприятиях железнодорожного транспорта	263
<i>В.П. Фёдоров</i> О некоторых изменениях в нормативно-правовом регулировании в области обеспечения транспортной безопасности	268
<i>С.А. Вырков</i> Доказательство безопасности движения поездов – что и как доказывать?	272
РАЗДЕЛ 4. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ	283
<i>А.И. Титов, А.Д. Хомоненко</i> Подход к выбору программного обеспечения в сфере логистики с помощью алгоритма Такаги–Сугено	284
<i>Я.А. Селиверстов, С.А. Селиверстов</i> Подходы к построению информационно-аналитических систем городской логистики	291
<i>Д.А. Никитин</i> О реализации логики контролепригодных схем на FPGA-технологии	305
<i>П.А. Новиков, А.Б. Тухтаходжаев, А.Д. Хомоненко, Е.Л. Яковлев</i> О навигации мобильных устройств внутри помещений транспортных логистических систем	311

Содержание

<i>И.Н. Шапкин, А.Д. Обухов</i> Требования к техническим устройствам, необходимым для функционирования интеллектуальной системы управления, на примере станции Лужская	318
<i>С.А. Селиверстов, Я.А. Селиверстов</i> Модель интеллектуализации транспортно-логистической системы	326
РЕШЕНИЕ КОНФЕРЕНЦИИ	339

Международная научно-практическая конференция

**РАЗВИТИЕ ИНФРАСТРУКТУРЫ
И ЛОГИСТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ
В ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ**

(РИЛТТРАНС-2015)

Санкт-Петербург, 23-25 сентября 2015 г.

Сборник трудов

Под общей редакцией канд.техн. наук П.К. Рыбина

Редактор и корректор *Л. Г. Щёкина*
Компьютерная верстка *М. С. Савастеева, А. В. Никифорова*

Подписано в печать с оригинал-макета 13.05.2016.
Формат 60×84 1/16. Бумага для множ. апп. Печать ризография.
Усл. печ. л. 21,875. Тираж 100 экз.

Заказ

ФГБОУ ВО ПГУПС. 190031, СПб., Московский пр., 9.
Типография ФГБОУ ВО ПГУПС. 190031, СПб., Московский пр., 9.