**Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации**

**Отделение нанотехнологий и информационных технологий
Российской академии наук**

**Институт проблем транспорта
им. Н.С. Соломенко Российской академии наук**

**Санкт-Петербургский университет
Государственной противопожарной службы МЧС России**

ТРАНСПОРТ РОССИИ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ - 2018

13-14 НОЯБРЯ 2018 ГОДА

**МАТЕРИАЛЫ
МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО–ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

ТОМ 1

Санкт-Петербург – 2018

Настоящий сборник составлен по материалам ежегодной Международной научно-практической конференции «ТРАНСПОРТ РОССИИ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ», проводимой в Санкт-Петербурге на базе ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук и ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России.

В сборнике представлены выступления, посвященные современным проблемам в транспортном комплексе и путям их решения.

Ответственность за аутентичность и точность цитат, имен, названий и иных сведений, а также за соблюдение законодательства об интеллектуальной собственности несут авторы публикуемых материалов.

Полные тексты статей в открытом доступе размещены в Научной электронной библиотеке **Elibrary.ru** и зарегистрированы в наукометрической базе **РИНЦ** в соответствии с Договором № SIO-7225/2018 от 16.10.2018 г.

Под редакцией Малыгина Игоря Геннадьевича
доктора технических наук, профессора,
директора Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко
Российской академии наук

С65 **Транспорт России: проблемы и перспективы – 2018:** материалы Международной научно-практической конференции, 13-14 ноября 2018 г. СПб.: ИПТ РАН. – Санкт-Петербург. 2018. Том 1. 350 с.

ISBN 978-5-6041745-2-4
ВВК 39

© ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко РАН, 2018
© Коллектив авторов, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

Комашинский В.И.
МЕСТО ТРАНСПОРТА В НОВОЙ НАЦИОНАЛЬНОЙ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В РОССИИ 7
Мусиенко Т.В., Лукин В.Н.
О НЕКОТОРЫХ ПЕРСПЕКТИВАХ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ 11
Зайцев А.А., Соколова Я.В.
О МАСШТАБНЫХ ПРОЕКТАХ РАЗВИТИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ 14
Цыганов В.В.
ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕОРИИ БОЛЬШИХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ 20
Цыганов В.В., Лемешкова А.В.
ОЦЕНКИ КОНКУРЕНЦИИ В БОЛЬШОЙ ТРАНСПОРТОЙ СИСТЕМЕ 24
Виниченко В.А., Синицын М.Г.
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ КАК ДРАЙВЕР ЦИФРОВИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ 28
Граевский И.С., Черняев И.О.
ОБ АКТУАЛЬНОСТИ ЗАДАЧ «ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ» В СФЕРЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ 31
Щукина М.А.
ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЕКТОВ И СИСТЕМ 37
Виниченко В.А., Синицын М.Г.
К ВОПРОСУ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ В ЦИФРОВУЮ ЭРУ ТРАНСПОРТА 39
Черных А.К.
ВОПРОСЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ НА ТРАНСПОРТЕ 43
Аксёнкин В.И., Золотарёв М.Л., Краснов В.С.
О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ ТРАНСПОРТНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВС РФ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ ИХ РАЗВИТИЯ 48
Савушкин С.А.
ЗАДАЧИ ОЦЕНКИ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТЬЮ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ОКРУГОВ РОССИИ 51
Журавлева Н.А., Гулый И.М.
ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ БОЛЬШИХ ДАННЫХ «BIGDATA» КАК НАПРАВЛЕНИЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ 56
Лукомская О.Ю., Лукомский Ю.А.
ПОСТРОЕНИЕ СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ В ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЕ 62
Лукомская О.Ю.
ФОРМИРОВАНИЕ ЦЕЛЕВОЙ ФУНКЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ 65
Володин А.Б.
ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПУНКТАХ ПРОПУСКА ЧЕРЕЗ ГОСУДАРСТВЕННУЮ ГРАНИЦУ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ МЕЖДУНАРОДНЫХ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ И ПАССАЖИРОВ 70
Киселенко А.Н.
ОПОРНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ СЕТЬ И ТРАНСПОРТНАЯ ДОСТУПНОСТЬ СЕВЕРНОГО РЕГИОНА 72
Сундуков Е.Ю.
ПРИМЕНЕНИЕ ЭСТАКАДНОГО ТРАНСПОРТА ДЛЯ СЕВЕРА РОССИИ 74
Фомина И.В.
МАГИСТРАЛЬНЫЙ ТРУБОПРОВОДНЫЙ ТРАНСПОРТ НА СЕВЕРЕ РОССИИ 78
Фомина И.В., Шевелёва А.А.
ПОВЫШЕНИЕ АВИАЦИОННОЙ ДОСТУПНОСТИ ТЕРРИТОРИИ ЕВРОПЕЙСКОГО И ПРИУРАЛЬСКОГО СЕВЕРА РОССИИ 81
Киселенко А.Н., Малащук П.А., Сундуков Е.Ю.
ВОЗМОЖНОСТИ УВЕЛИЧЕНИЯ ГРУЗООБОРОТА МОРСКИХ ПОРТОВ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ АРКТИКИ 83
Бобрик П.П.
ОБОСОБЛЕННОСТЬ ТРАНЗИТНЫХ МАГИСТРАЛЕЙ 87
Шувалов Д.В.
РОЛЬ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА В ЗАЩИТЕ ГОСУДАРСТВА ОТ ВНЕШНИХ УГРОЗ 91
Бабенков А.В., Бузанов А.В., Шангутов А.О.
ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ОБОРОНЫ 94

Шувалов Д.В., Фискевич А.С., Буянов М.С.
НЕКОТОРЫЕ ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ ПРОИЗВОДСТВА ПОГРУЗО-ВЫГРУЗОЧНЫХ РАБОТ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА И РЕКОНСТРУКЦИИ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ…... 99
Четчуев М.В., Четчуева В.Г.
ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВАРИАНТОВ ПЕРЕВАЛКИ ГРУЗА В СМЕШАННОМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНО-ВОДНОМ СООБЩЕНИИ ……... 103
Махонько В.П.
ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЕЗДНОЙ И ГРУЗОВОЙ РАБОТЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО НАПРАВЛЕНИЯ С УЧЕТОМ РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЕЙ ПОЕЗДОНАСЫЩЕНИЯ… 107
Аблялимов О.С.
К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ТЕПЛОВОЗОВ 3ТЭ10М НА УЧАСТКЕ МАРОКАНД – КАТТАКУРГАН УЗБЕКСКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ …… 111
Аблялимов О.С.
ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОВОЗОВ 3ВЛ80^{С} НА УЧАСТКЕ МАРОКАНД – КАТТАКУРГАН УЗБЕКСКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ……. 115
Грошев Г.М., Сугоровский А.В., Сугоровский Ан.В.
ВЫБОР СОРТИРОВОЧНОЙ СИСТЕМЫ СТАНЦИИ ДЛЯ ПРИЕМА ПЕРЕРАБАТЫВАЕМЫХ ПОЕЗДОВ С ЦЕЛЬЮ МИНИМИЗАЦИИ УГЛОВЫХ ВАГОНОПОТОКОВ …… 119
Авксентьева Е.Ю., Сугоровский А.В., Сугоровский Ан.В.
ОПТИМАЛЬНЫЕ ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ДЛЯ ВОСПРИЯТИЯ ИНФОРМАЦИИ.. 122
Кушпиль И.В.
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МАЛОДЕЯТЕЛЬНЫХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ЛИНИЙ ……. 125
Яшин М.Г.
УСТОЙЧИВОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ ……... 130
Грачев А.А., Шутов И.Н.
РАСЧЕТ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ЧЕРЕЗ КОНФИГУРАЦИЮ ГРАФИКА ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ 133
Яшин М.Г., Трубицин В.В.
СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА И ГРУЗОВ НА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ ПРИ ПОМОЩИ ТРАНСПОНДЕРОВ 137
Кокурин И.М., Ярцев А.В., Перевязкин А.А.
МЕТОД РЕШЕНИЯ НАУЧНЫХ И ПРИКЛАДНЫХ ПРОБЛЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ОПЕРАТИВНОГО ПЕРСОНАЛА.. 141
Зенина Н.Н.
АНАЛИЗ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ ПАТОЛОГИЙ ОАО «РЖД» 143
Зенина Н.Н., Зенин Р.Е.
ФАКТОРЫ СНИЖЕНИЯ ТЕКУЧЕСТИ ПЕРСОНАЛА ЛИНЕЙНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ОАО «РЖД» 147
Красицкая Л.М.
КОЛЛЕГИАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА, В УПРАВЛЕНИИ ПРЕДПРИЯТИЕМ, В РАЗРАБОТКЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ, В ОБУЧЕНИИ…… 150
Черных А.К., Мирошник А.А.
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ 153
Миронович О.М., Каминнык О.А., Клименко А.А.
СПОСОБЫ СООРУЖЕНИЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕСТНЫХ СЛАБЫХ ГРУНТОВ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ПРИКРЫТИИ И ВОССТАНОВЛЕНИИ ОБЪЕКТОВ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ 158
Завальнюк С.И., Рыбицкий В.А.
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ВОЙСК С ОРГАНАМИ УПРАВЛЕНИЯ ВНУТРЕННЕГО ВОДНОГО (РЕЧНОГО) ТРАНСПОРТА ПРИ ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТАХ В РУСЛЕ РЕКИ 162
Завальнюк СИ., Рыбицкий В.А.
ПРЕДНАЗНАЧЕНИЕ НОВОГО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО МОСТА-ЭСТАКАДЫ ИМЖ-500 И ЕГО КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ 167
Уголков С.В., Сергеев А.А.
ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ БОЕВОЙ РАБОТЫ ЗЕНИТНОГО РАКЕТНОГО КОМПЛЕКСА С ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА 171
Каминский В.Ю., Мурамович В.Г.
МОЛЕКУЛЯРНАЯ МОДИФИКАЦИЯ УГЛЕВОДОРОДНОГО ТОПЛИВА В ЭНЕРГЕТИКЕ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ 176
Негреева В.В., Алексашкина Е.И.
ОСНОВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ТАРИФИКАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ УСЛУГ 185

Синицкая О.А., Таболич Т.Г., Королев А.В.
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕВОЗОК ПАССАЖИРОВ АВТОМОБИЛЬНЫМ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТРАНСПОРТОМ НА ОСНОВЕ РАСЧЕТА ЭКОНОМИЧЕСКИ ОБОСНОВАННЫХ ЗАТРАТ 189
Бабенков А.В., Вологдин Р.О.
ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ДОСТАВКИ МАТЕРИАЛЬНЫХ СРЕДСТВ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ 193
Четчуев М.В., Викулов Е.С.
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНАЯ МАГИСТРАЛЬ «БЕЛКОМУР»: ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОЕКТА 198
Иванченко В.Н., Иванова М.О.
ГРАЖДАНСКАЯ АВИАЦИЯ РОССИИ НА РУБЕЖЕ XX-XXI ВЕКОВ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ РАЗВИТИЯ 201
Полтавская Ю.О.
НАДЕЖНОСТЬ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ЭФФЕКТИВНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ 206
Лебедева О.А.
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ ПОСРЕДСТВОМ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ МОНИТОРИНГА ПАССАЖИРОПОТОКОВ ….. 210
Крылатов А.Ю., Широколобова А.П.
РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ОБРАТНОЙ К ЗАДАЧЕ ПОИСКА РАВНОВЕСНОГО ВРЕМЕНИ ДВИЖЕНИЯ 213
Ледяев А.П., Кавказский В.Н., Шелгунов О.О.
СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ В ТОННЕЛЯХ НА ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ МАГИСТРАЛЯХ 219
Ермошин Н.А., Филиппов Д.А.
ТЕХНОЛОГИЯ СКОРОСТНОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНЫХ И ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ 223
Селиверстов С.А., Селиверстов Я.А.
ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ ГОРОДА СЕВАСТОПОЛЯ …….... 228
Крипак М.Н., Лукьянова Е.Ю.
ОБОСНОВАНИЕ СОЗДАНИЯ КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АВТОТРАНСПОРТОМ В ВИДЕ КООРДИНАЦИОННОГО ЦЕНТРА ПЕРЕВОЗКИ ГРУЗОВ В СЕВАСТОПОЛЕ 233
Крылатов А.Ю., Марченко А.А.
НАСТРОЙКА РЕЖИМОВ РАБОТЫ СВЕТОФОРОВ В ВИДЕ ЗАДАЧИ ДВУХУРОВНЕВОЙ ОПТИМИЗАЦИИ 236
Тимченко В.С., Ковалев К.Е.
ИМИТАЦИЯ ИНТЕРВАЛОВ ВРЕМЕНИ МЕЖДУ ЗАКАЗАМИ В ТРАНСПОРТНЫХ ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ 241
Кизляк О.П., Никифорова Г.И., Сергеева Т.Г.
ПРОБЛЕМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА В ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ ДОСТАВКИ ГРУЗОВ 245
Никифорова Г.И., Сергеева Т.Г.
ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ПОДВИЖНЫМ СОСТАВОМ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ 249
Горячев И.С., Дегтярев А.В.
О НЕОБХОДИМОСТИ РАЗРАБОТКИ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ РИСКА ПРИ ЛОЦМАНСКОЙ ПРОВОДКЕ СУДОВ 255
Виноградов В.Н., Ивановский Н.В., Горячев И.С.
МЕТОД ОЦЕНКИ НАВИГАЦИОННЫХ РИСКОВ ПРИ ЛОЦМАНСКОЙ ПРОВОДКЕ СУДОВ.. 258
Ларин О.Н., Буш Ю.Д., Некрутова С.П.
ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН В ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКЕ 261
Немтин В.Г.
ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ В ОБЛАСТИ ЛОГИСТИКИ ПЕРЕВОЗОК В СИСТЕМЕ МАТЕРИАЛЬНО–ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВС РФ 265
Немтин В.Г.
ОРГАНИЗАЦИЯ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫЕ РАБОТ В СТРУКТУРЕ МТО ВС РФ 269
Аксёнкин В.И., Романов Н.Н.
СИСТЕМА КОМПЛЕКСНОЙ ЗАЩИТЫ ТРАНСПОРТНЫХ КОММУНИКАЦИЙ 273
Дюк В.А., Малыгин И.Г.
ПРИМЕНЕНИЕ ЛОГИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ТИПОВ АВТОМОБИЛЕЙ В СИСТЕМАХ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ ПРИ НИЗКОМ КАЧЕСТВЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ… 276

Сакович С.Ю., Сиек Ю.Л.
ПОЗИЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЕМ НЕОБИТАЕМОГО ПОДВОДНОГО АППАРАТА ПО ВИДЕОИНФОРМАЦИИ ПРИ ОСМОТРЕ ПОДВОДНОГО ТРУБОПРОВОДА 280
Шпекторов А.Г., Фам Ван Туан
ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ МАЛЫМИ ПОДВОДНЫМИ АППАРАТАМИ ……... 285
Тарабаев А.А.
ПРОБЛЕМА СТАНДАРТИЗАЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ 289
Власова Т.В.
СЛОЖНЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ СИСТЕМЫ В РАЗВИТИИ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ РОССИИ 295
Богданов А.В., Егорова А.Ф.
ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО МУЗЕЯ 299
Кудряков С. А., Григорьев С.В., Ларчук Д.А.
АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ ПЕРСОНАЛА СЛУЖБЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ РАДИОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ И АВИАЦИОННОЙ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ 307
Кудряков С.А., Шестаков С. А., Малюгин А. С.
МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ СБОРА, ДОКУМЕНТИРОВАНИЯ И ХРАНЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ СРЕДСТВ ОБЪЕКТИВНОГО КОНТРОЛЯ В НИЖНЕВАРТОВСКОМ ЦЕНТРЕ ОБСЛУЖИВАНИЯ ВОЗДУШНОГО ДВИЖЕНИЯ 311
Ломов В.А., Клименко А.А., Каминнык О.А.
ВОССТАНОВЛЕНИЕ БАЛЛАСТНОЙ ПРИЗМЫ 314
Бурков Д.Г., Зедгенизов А.В.
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РАСЧЕТА ИНТЕНСИВНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ К ОБЪЕКТАМ ТЯГОТЕНИЯ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ 317
Тимченко В.С.
О ПРИНЦИПАХ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ, СОСТОЯЩЕГО ИЗ НЕЗАВИСИМЫХ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ …… 321
Рогозинский Г.Г., Комашинский В.И.
ИНТЕРНЕТ ЗВУКА: НОВАЯ ПЛОСКОСТЬ ИНФОТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ 324
Малащук П.А.
«ТРАНСПОРТНАЯ ДОСТУПНОСТЬ» В НАУЧНОЙ ЛИТЕРАТУРЕ 327

Сведения об авторах …… . 331

УДК 621.39, 629, 654, 004.89, 510.67

МЕСТО ТРАНСПОРТА В НОВОЙ НАЦИОНАЛЬНОЙ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В РОССИИ

Комашинский Владимир Ильич *– доктор технических наук, заместитель директора по научной работе*

ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко
Российской академии наук

Аннотация. Рассмотрено место транспорта в перспективной национальной стратегии развития технологий искусственного интеллекта в России. Показано текущее состояние проблемы развития технологий искусственного интеллекта в России и отмечено, что интеллектуализация транспортной сферы может стать двигателем для применения технологий искусственного интеллекта в других сферах экономики России.

Ключевые слова: технологии искусственного интеллекта, глобализация, автономный транспорт, интеллектуальная транспортная система.

PLACE OF TRANSPORT IN THE NEW NATIONAL STRATEGY FOR THE DEVELOPMENT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES IN RUSSIA

Komashinsky Vladimir I. – Doctor of Technical Sciences, Deputy Director for Research
Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian academy of sciences

Abstract. The place of transport in the perspective national strategy of development for technologies of artificial intelligence in Russia is considered. The current state of a problem of development of technologies of artificial intelligence in Russia is shown and it is noted that intellectualization of the transport sphere can become the engine for use of technologies of artificial intelligence in other spheres of economy of the Russian Federation.

Keywords: technologies of artificial intelligence, globalization, autonomous transport, intellectual transport system.

К настоящему моменту Россия не смогла обеспечить свой суверенитет в развитии цифровой индустрии и это привело к тому, что вопросы цифровизации экономики Российской Федерации ставятся только сейчас, в то время как ряд стран в основном завершили цифровизацию экономики и приступили к следующему этапу – внедрению в нее новых технологий, основанных на применении искусственного интеллекта (ИИ) (рис.). Так, например, Китай уже к 2020 году планирует завершить выполнение своего первого трехлетнего плана внедрения ИИ (Three-Year Action Plan). Поэтому успешное реальное завершение существующей программы «Цифровая экономика Российской Федерации», возможно, позволит достичь цифрового суверенитета. Однако могут возникнуть новые проблемы, связанные с возможностью применения созданной цифровой инфраструктуры для решения задач внедрения промышленного и хозяйственного ИИ и проблемы обеспечения национального суверенитета в ее реализации.

Текущая ситуация

За последние годы ИИ достиг значительных результатов и становится драйвером как для цифровизации, так и для разработки и применения автономных систем (со встроенным ИИ) во всех сферах жизни.

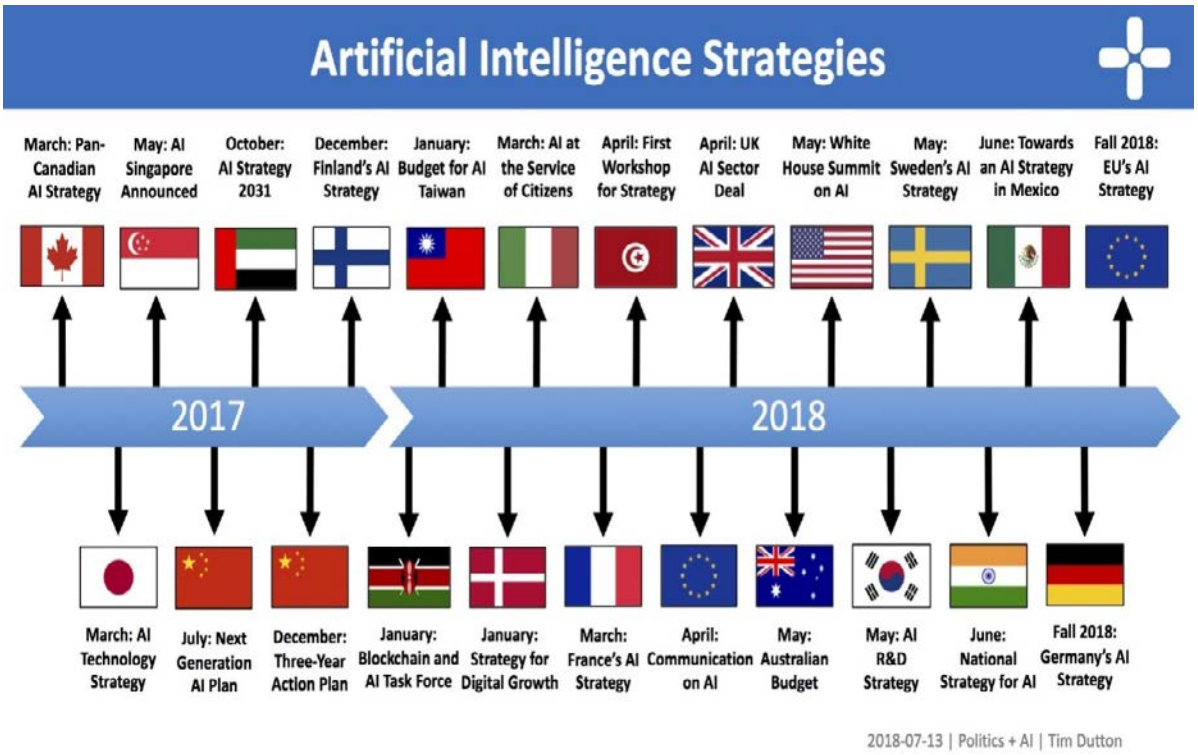


Рисунок – План внедрения новых технологий, основанных на применении искусственного интеллекта

Нынешний научно-технологический прогресс в области ИИ, особенно в области «машинного обучения», является результатом экспоненциального роста аппаратных возможностей и использования их для обработки больших объемов данных (Big data).

Во многих странах мира растет уровень государственных инвестиций в ИИ. Технологии ИИ все чаще проникают в сектора промышленности, бизнеса, ВПК и в различные аспекты повседневной жизни. Успешное использование ИИ зависит от доступа к данным, системного внедрения технологий ИИ в сложные продукты, услуги и бизнес-модели, а также обоснованного доверия к новым технологиям среди широкой общественности, основанного на прозрачности используемых процессов и на понимании того, как это работает и почему это выгодно [1–5]. ИИ можно использовать для получения новых знаний о появлении и распространении болезней, быстро распознать их и уметь лучше адаптировать лечение к конкретному человеку. В долгосрочной перспективе использование ИИ может помочь не только в дальнейшем улучшении нашей отрасли здравоохранения, но и в стимулировании экономики и занятости, открытии новых бизнес-процессов и приложений. Приложения на основе ИИ также могут помочь гражданам в принятии финансовых решений, а также остановить изменение климата и защитить окружающую среду.

Использование систем на основе ИИ играет важную роль для обеспечения безопасности и национальной безопасности, позволяя обеспечить цифровой и интеллектуальный суверенитет России, и в частности, в обеспечении общественной безопасности и безопасности отечественной финансово-экономической системы. За последние несколько лет американские и азиатские компании добились глобального господства в области обработки пользовательских данных и имеют подавляющий приоритет над Российскими компаниями, которые в настоящее время уступают им в использовании технологий ИИ.

Проблемы с которыми сталкивается Россия связаны со структурными изменениями происходящими в бизнесе, на рынке труда и условиями жизни, а также с усилившейся международной конкуренцией за технологии, данные, инвестиции и лучшие «умы». В то же время, подъем развития искусственного интеллекта требует принятия решений относительно устойчивости, дальнейшей подготовки и переподготовки квалифицированных специалистов.

Существует также проблема, связанная с передачей новых технологий ИИ для малого и среднего бизнеса.

Технологическое развитие страны также сопровождается изменениями в обществе и потенциальной потребностью в законодательной базе по использованию ИИ в интересах его своевременной и успешной адаптации, а также для создания базовых знаний касающихся ИИ, чтобы организовать общественные обсуждения ИИ и сделать общество более информированным. Также необходима разработка правительственных стратегий для формирования положительного мнения и отношения к бренду «Искусственный интеллект – Сделано в России», а также специальных подходов к технологиям, которые направлены на создание преимуществ для страны и общества.

В ряде стран уже признан особый потенциал ИИ и разработаны свои национальные стратегии развития ИИ, например, в США и в Китае. Европейский союз также недавно представил общую для ЕС стратегию и принял ряд мер по привлечению инвестиций в ИИ в Европе и приступил к подготовке социально-экономических преобразований, происходящих при внедрении ИИ, а также улучшению правовой и этической основы для продолжения его развития.

Важнейшие цели Программы развития искусственного интеллекта и интеллектуальных инфраструктур РФ

1. Россия должна стать ведущим центром в мире за счет организации эффективных исследований в области ИИ и передачи этих результатов для внедрения в широкий круг новейших областей его приложения с целью ускоренной модернизации экономики РФ. «Искусственный интеллект, сделанный в России» должен стать признанным во всем мире знаком качества.

2. Разработка решений для бизнес-моделей основанных на «больших данных» и поиск новых способов создания ценностей на их основе.

3. Расширение научной основы ИИ и консолидация ее с другими перспективными технологическими разработками для инновационного внедрения в различных отраслях промышленности, в государственном управлении и т.п.

4. Создание новых ценностей для российских граждан на основе приложений ИИ и реализации конкурентных преимуществ его использования.

5. Расширить инфраструктуру передачи данных в реальном времени и на гигабитных скоростях, как основы для прикладных процессов ИИ.

6. Обеспечить дальнейшее развитие нормативной базы правоприменения ИИ, которая должна гарантировать высокий уровень правовой определенности и осведомленности разработчиков и пользователей технологий ИИ об этических и юридических ограничениях его использования.

7. Создась условия для туннельного перехода от «Цифровой экономики» к «Когнитивной экономике» – основанной на широком применении искусственного интеллекта.

Что предлагается?

Предлагается модифицировать существующие программы «Цифровой экономики РФ», поставив во главу угла развитие технологий ИИ в России [5, 6]. ИИ в этом случае превращается в мощный драйвер для скорейшего успешного завершения цифровизации страны в соответствии с требованиями, налагаемыми на нее уже происходящими в Мире процессами внедрения технологий ИИ и формирования новой «Когнитивной экономики». Поэтому новую программу можно было бы назвать «Программой развития искусственного интеллекта и интеллектуальных инфраструктур в Российской Федерации».

С чего начать?

Развитие ИИ приведет к существенным изменениям всего, что нас окружает сейчас. В настоящее время важно определить ту прикладную область, разрабатывая для которой ИИ, можно будет получить максимальный эффект и для других приложений.

История предыдущих индустриальных революций говорит о том, что таким звеном был транспорт – сначала паровой, затем бензиновый и электрический, потом транспорт автоматизированный [7, 8]. В настоящее время основные усилия мировой науки сосредоточены

на беспилотном автономном транспорте различной модальности (автомобильном, воздушном, водном и железнодорожном) [9–12]. Пока идут НИОКРы нацеленные только на создание беспилотных транспортных средств различной модальности, однако, мало внимания уделяется разработке соответствующей транспортной инфраструктуры.

Очевидно, что для эффективного применения беспилотного (автономного) транспорта потребуется также создание и соответствующих когнитивных систем управления транспортными потоками и транспортными инфраструктурами.

В дальнейшем комплексное решение задачи автономизации транспорта и транспортных инфраструктур на основе применения ИИ позволит перенести эти технологии на другие отрасли экономики Российской Федерации.

Список литературы

1. Комашинский В.И. Когнитивные системы и телекоммуникационные сети Вестник связи. 2011. № 10. С. 4–8.

2. Малыгин И.Г., Комашинский В.И., Афонин П.Н. Системный подход к построению когнитивных транспортных систем и сетей // Проблемы управления рисками в техносфере. 2015. № 4. С. 68–73.

3. Комашинский В.И., Комашинский Д.В. Когнитивная метафора в развитии телекоммуникационных и индустриальных сетевых инфраструктур, или первые шаги к постинформационной эпохе // Технологии и средства связи. 2015. № 1. С. 62–67.

4. Малыгин И.Г., Комашинский В.И. Некоторые проблемы построения когнитивных транспортных систем и сетей // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2015: материалы Международной научно-практической конференции. СПб: ИПТ РАН. 2015. Том 1. С. 3–8.

Малыгин И.Г. Концепция создания интеллектуальной мультимодальной транспортной системы России // Перспективы развития транспортного комплекса. Белорусский научно-исследовательский институт транспорта «Транстехника». 2017. С. 21–27.

5. Комашинский В.И., Шаталова Н.В. Транспортные технологии и глобализация в период 4-й индустриальной революции (проблемы и перспективы) // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2017: материалы Международной научно-практической конференции. СПб: ИПТ РАН. 2017. С. 13–20.

6. Малыгин И.Г., Комашинский В.И., Шаталова Н.В., Асаул А.Н. Когнитивная экономика и транспорт // Технологии построения когнитивных транспортных систем: материалы Всероссийской научно–практической конференции. СПб: ИПТ РАН. 2018. С. 21–29.

7. Шаталова Н.В. Развитие транспортной отрасли как основополагающей при решении проблем стратегического и экономического характера // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. 2017. Т. 1. С. 230–233.

8. Malygin I.G., Komashinsky V.I., Korolev O.A. Cognitive technologies for ensuring road safety in an intelligent transport system // Transportation Research Procedia. Vol. 36. 2018. P. 487–492.

9. As Muehlhauser has argued, a few AI researchers even remembered to this period as a “boomtime” for AI. Luke Muehlhauser, ‘What should we learn from past AI forecasts?’, *Open Philanthropy Project* (September 2016): https://www.openphilanthropy.org/focus/global-catastrophic-risks/potential-risksadvanced-artificial-intelligence/what-should-we-learn-past-ai-forecasts [accessed 5 February 2018].

10. Luke Dormehl, Thinking Machines*:* The Quest for Artificial Intelligence—and where it’s taking us next, 1st edition (New York: TarcherPerigee, an imprint of Penguin Random House LLC, 2017), p 30.

11. The Select Committee on Artificial Intelligence was appointed by the House of Lords on 29 June 2017 “to consider the economic, ethical and social implications of advances in artificial intelligence.” http://www.parliament.uk/ai-committee.

12. The European Artificial Intelligence landscape, Charlotte Stix, The European Commission, April 18, 2018.

УДК 327.7

О НЕКОТОРЫХ ПЕРСПЕКТИВАХ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Мусиенко Тамара Викторовна *– доктор политических наук, кандидат исторических наук, доцент, заместитель начальника по научной работе*

Лукин Владимир Николаевич *– доктор политических наук, кандидат исторических наук, доцент, ведущий научный сотрудник Центра организации научно-исследовательской и редакционной деятельности*

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Аннотация. В статье анализируются отдельные перспективные направления развития транспортной инфраструктуры России, обозначенные в Комплексном плане модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 года, прежде всего в Арктической зоне Российской Федерации; обозначены риски его реализации.

Ключевые слова: транспортная инфраструктура, комплексный план модернизации, магистральная инфраструктура, федеральный проект, шелковый путь, Северный морской путь.

SOME PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF TRANSPORT INFRASTRUCTURE OF THE RUSSIAN FEDERATION

Musienko Tamara V. – Doctor of Political Science, Ph.D. of historical sciences, Associate Professor, Deputy Head of the University for Scientific Work

Lukin Vladimir N. – Doctor of political sciences, Ph.D. of historical sciences, associate professor, leading researcher of the Center for organization of research and editorial activities

Saint-Petersburg University of the State Fire Service of EMERCOM of Russia

Abstract. The Article analyzes some Prospects for the Development of Transport Infrastructure in Russia, outlined in the Comprehensive Plan of Modernization and Expansion of the main Infrastructure for the Period up to 2024, primarily in the Arctic Zone of the Russian Federation; the risks of its Implementation.

Keywords: transport infrastructure, comprehensive plan for the modernization, backbone infrastructure, the federal project, the silk road, northern sea route, the Russian arctic.

Актуальность проблемы обусловлена современным состоянием транспортной инфраструктуры страны, известным не только специалистам и экспертам, но и учтенным в утвержденном Председателем Правительства Российской Федерации 30 сентября 2018 года Комплексном плане модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 года (далее – План).

План разработан во исполнение Указа Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 года № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» (далее – Указ № 204). Следует отметить, что в постановлении Правительства Российской Федерации от 20 августа 2015 г. № 870 «О содержании, составе, порядке разработки и утверждения стратегии пространственного развития, а также о порядке осуществления мониторинга и контроля ее реализации» транспортная инфраструктура обозначена среди основных положений стратегии пространственного развития [1]. Министерство экономического развития Российской Федерации (далее – Минэкономразвития) завершает разработку такой стратегии, рассчитанной до 2030 с перспективой на 2040-2050 годы.

В Указе № 240 Правительству России поставлена задача разработать национальный проект по созданию безопасных и качественных автомобильных дорог [2, п. 8] и утвердить комплексный план модернизации и расширения магистральной инфраструктуры [2, п. 15].

В ноябре 2016 года на заседании президиума Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и приоритетным проектам был утвержден Паспорт приоритетного проекта «Безопасные и качественные дороги» в редакции протокола от 21 ноября 2016 года № 10 [3], Стратегия развития автомобильной промышленности до 2025 года утверждена в апреле 2018 года [4].

Структурно План представляет собой 63-страничный документ, включающий два раздела: «Транспортная инфраструктура» (шесть частей) и «Энергетическая инфраструктура» (четыре части), Но финансовое обеспечение расписано только по транспортной части Плана, включая девять Федеральных проектов.

Особенностью Плана являет его явная привязка к формирующемуся в рамках китайского мегапроекта «Один пояс, один путь» международного транспортного пути Западный Китай – Европа: он открывается позицией «Развитие транспортных коридоров «Запад – Восток»» и «Север – Юг» для перевозки грузов» (п.1.1.1 и п.1.1.3 Плана) с задачей строительства и модернизации российских участков автомобильных дорог (п 4.1 Плана). В настоящее время российские участки остаются единственными не построенными из стран, участвующих в реализации мегапроекта «Один пояс, один путь». В Плане к таким участкам отнесены скоростная автомобильная дорога Москва – Нижний Новгород – Казань (729 километров), обход города Тольятти с мостовым переходом через реку Волгу (97 километров) и «подлежащий уточнению» участок платной автомагистрали «Меридиан». Все они со сроками реализации 2023 -2024 годы. Такая перспектива имеет два аспекта. По нашему мнению, международный транспортный путь явно является альтернативой Северному морскому пути (далее – СМП) и создаст дополнительные трудности в развитии Арктической зоны Российской Федерации (далее – АЗРФ), но с другой стороны, завершение строительства российских участков станет дополнительным импульсом для дальнейшего развития сразу нескольких агломераций. Это важно даже с учетом того , что в настоящее время на территории, составляющей лишь пять процентов от территории страны, производится свыше 40 процентов суммарного валового регионального продукта. В то же время на территориях европейского Севера, Сибири, Дальнего Востока, составляющих в совокупности 83 процентов площади России, этот показатель не достигает и 30 процентов. Следует также учитывать, что вне агломераций в России проживает не менее 60 миллионов человек – население крупного европейского государства [6].

Вторым по значимости обозначен Федеральный проект «Морские порты России» (п. 4.2) с задачей увеличения мощностей морских портов Российской Федерации до 1,3 миллиардов тонн, включая порты Дальневосточного, Северо-Западного, Волго-Каспийского и Азово-Черноморского бассейнов. Особую значимость приобретает эта перспектива в связи с включением в «Шелковый путь» туркменских, азербайджанских портов, готовностью Турции и Украины содействовать обходу российских портов.

Перспективное развития транспортной инфраструктуры АЗРФ представляет собой увеличение мощности российских морских портов на 64,7 миллионов тонн в Арктическом бассейне, включая комплексное развитие Мурманского транспортного узла (на 18 миллионов тонн); морского порта Диксон (угольный терминал Чайка), Пайяхского и Северо-Пайяхского месторождения (нефтяной терминал Таналау) – на 18 миллионов тонн; строительство ледокольного флота – замена восьми ледоколов, выработавших срок службы, усиление за счет одного ледокола группировка ледоколов для обеспечения круглогодичной работы замерзающих морских портов к 2022-2024 годам (п.п. 1, 2, 6, 7 Плана).

Следующим по значимости определен Федеральный проект «Северный морской путь» (часть 4.3 Плана). В нем обозначены две задачи: развитие Северного морского пути и увеличение грузопотока по СМП до 80 миллионов тонн. В целях реализации первой перспективы должна быть обеспечена прежде всего, безопасность мореплавания в акватории СМП. Этому должны способствовать Глобальная морская система связи для минимизации

рисков бедствий; новые гидрографические, лоцмейстерские, аварийно-спасательные суда ледового класса и необходимое навигационно-гидрографическое сопровождение судоходства, база и причал для стоянки аварийно-спасательных судов в Мурманске.

Известно, что и на арктическом транспортном направлении свою транспортную инфраструктуру активно формирует Китай. Показательно, что в этом КНР выбирает себе в партнеры не Россию. Так, в 2004 году оборудована китайская постоянная исследовательская станциюя «Хуанхэ чжань» на Шпицбергене; в 2016 году в Швеции была построена китайская Северная полярная наземная станция управления спутниками дистанционного зондирования (CNPGS), которая, как утверждают китайские эксперты, значительно улучшила эффективность передачи спутниковых данных и возможности доступа к данным дистанционного зондирования циркумполярных стран [7]. В апреле 2018 года было подписано соглашение с Финляндией о создании в городе Соданкюля в арктической финской провинции Лапландия совместного исследовательского Центра при Арктической космической обсерватории, а также сервиса обмена данными,

Еще в 2013 году северным путем, минуя СМП, прошел первый китайский ледокол. В настоящее время ледокольный флот КНР насчитывает три ледокола, а 2019 году с помощью Финляндии на китайской судоверфи завершается строительство четвертого ледокола [8]. С норвежской помощью в КНР строится первый круизный лайнер, планируемый к исползованию для полярных экспедиций [9].

Решение второй задачи связано с развитием транспортно-логистического узла порта Сабетта на Ямале. Перспективу планируется реализовать строительством терминала сжиженного природного газа и газового конденсата «Утренний» в морском порту Сабетта на Ямале реконструкцией судоходного подходного канала к порту строительством четырех ледоколов на сжиженном природном газе для оказания услуг ледокольного флота, призванных обеспечить круглогодичную отгрузку сжиженного природного газа порта. В 2018 году первый газовоз уже выполнил задачу по перевозке арктического сжиженного природного газа.

На перспективы развития транспортной инфраструктуры России прямое влияние оказывают возможные риски в ходе реализации Плана. Российское правительство представляет в Плане матрицу рисков, в которую включены ключевые риски по источнику их возникновения: макроэкономические риски, государственное регулирование, рыночные риски: налоговые риски, технологические (внешние) риски (С. 35–37 Плана).

На наш взгляд, налоговые риски в полной мере можно отнести к рискам государственного регулирования, да и в остальных рисках значительна их доля. После изучения Плана создается впечатление, что практически все ключевые риски формируются не без участия российского государства. Вместе с тем, перечень мероприятий по снижению рисков в представленной матрице рисков, в числе которых, например, «постоянное взаимодействие с государственными органами государственной власти и основными потребителями услуг, с полным и объективным информированием их о потенциальных негативных последствиях принимаемых решений», «корректировка сроков реализации собственной инвестиционной программы в случае необходимости», «повышение рыночной гибкости и расширение бизнеса в дерегулированных сегментах», имеют в большей степени декларативный характер.

Таким образом, современная геополитическая обстановка актуализирует проблему формирования современной транспортной инфраструктуры в Российской Федерации.

Во исполнение Указа Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 года № 204 Правительство России разработало соответствующий План.

Перспективы его реализации неочевидны из-за наличия рисков, формируемых как объективными факторами, так и отсутствием реальных механизмов по их минимизации.

Список литературы

1. Постановлении Правительства Российской Федерации от 20 августа 2015 г. № 870 «О содержании, составе, порядке разработки и утверждения стратегии пространственного развития, а также о порядке осуществления мониторинга и контроля ее реализации» [Сайт

Правительства Российской Федерации] – URL: http://economy.gov.ru/minec/activity/sections/planning/sd (дата обращения: 25.10.2018).

2. Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 года № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» // [Сайт Президента Российской Федерации] – URL: http://kremlin.ru/acts/bank/43027/page/2 (дата обращения: 25.10.2018).

1.1.1. 3. О Паспорте приоритетного проекта «Безопасные и качественные дороги» в редакции протокола от 21 ноября 2016 года №10 [Сайт Правительства Российской Федерации] – URL: http://government.ru/info/25538/

4. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 28 апреля 2018 г. No 831-р «Об утверждении Стратегии развития автомобильной промышленности до 2025 года» // [Сайт Правительства Российской Федерации] – URL: http://static.government.ru/media/files/ (дата обращения: 25.10.2018).

5. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 30 сентября 2018 года № 2101-р «Об утверждении Комплексного плана модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 года» [Сайт Правительства Российской Федерации] – URL: http://static.government.ru/media/files/MUNhgWFddP3Uf (дата обращения: 25.10.2018).

6. Матвиенко В.И. Приоритеты пространства // [Сайт Известия.Iz.ru] – URL: https://iz.ru/760090/valentina-matvienko/prioritety-prostranstva (дата обращения: 27.10.2018).

7. Китай подписал договор с Финляндией о создании центра исследований Арктики // [Сайт Regnum.ru] – URL: https://regnum.ru/news/2406200.html (дата обращения: 28.10.2018).

8. Ардаев В. Путь «Снежного дракона»: Китай идет в Арктику – вместе с Россией// [Сайт РИА. ру] – URL: // [Сайт Regnum.ru] – URL: https://ria.ru/world/20171013/1506780143.html (дата обращения: 28.10.2018).

9. Китай строит первое судно для экспедиций в Арктику // [Сайт Regnum.ru] – URL: https://regnum.ru/news/innovatio/2393248.html (дата обращения: 28.10.2018).

УДК 338.28

О МАСШТАБНЫХ ПРОЕКТАХ РАЗВИТИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Зайцев Анатолий Александрович *– доктор экономических наук, профессор, руководитель Научно-образовательного центра инновационных пассажирских перевозок*

Соколова Яна Викторовна *– кандидат экономических наук, заместитель руководителя Научно-образовательного центра инновационных пассажирских перевозок*

ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I

Аннотация. Магнитолевитационная технология конкурентоспособна по отношению к существующим видам транспорта по ключевым показателям скорости, экологичности, энергоэффективности и безопасности. Основная цель создания транзитного коридора – предоставление новой транспортной услуги с уникальным набором характеристик. При этом решаются, главным образом, транспортно-технологические задачи, связанные с сооружением и модернизацией путей сообщения, терминалов, информационных систем и т. п.

Ключевые слова: транзитный транспортный коридор, магнитная левитация, инновации, инфраструктурный проект.

ABOUT SCALE PROJECTS OF INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT

Zaitcev Anatoly Al. – Doctor of Economic Science (DSc), Professor, Head of Scientific-Educational Center for Innovative Passenger Transport

Sokolova Iana V. – Candidate of Economic Science (PhD), Deputy Head of Scientific-Educational Center for Innovative Passenger Transport
Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University

Abstract. Magnetic levitation technology is competitive with the existing modes of transport in key speed, sustainability, energy efficiency and safety parameters. The main purpose of establishment of a transit transport corridor is to introduce a new transport service with a unique number of properties. Accordingly, transport and technology tasks are solved which are associated with construction and modernisation of transport lines, terminals, information systems, etc.

Keywords: transit transport corridor, magnetic levitation, innovations, infrastructure project.

В аналитическом обзоре «Инфраструктура России: индекс развития», представленном компанией INFRAONE, отмечается: «Хуже всего в России развита транспортная инфраструктура: средний индекс по ней составляет всего 3,24 (из возможных 10). …качественных проектов на принципах государственно-частного партнерства по-прежнему не хватает, а у властей нет комплексного плана развития инфраструктуры страны» [1].

В Указе Президента РФ «О национальных целях и стратегических задачах развития РФ до 2024 г.» поставлена задача развития транзитных транспортных коридоров (ТТК) «Запад–Восток» и «Север–Юг» для перевозки грузов [2].

Благодаря средствам массовой информации в поле зрения общественности постоянно находится ситуация с провозными способностями восточных частей Транссиба, БАМа и Дальневосточных портов. Планируемые объемы грузоперевозок ограничиваются цифрой в 180 млн. т.

Рассматривая ситуацию с транспортировкой грузов в порты Дальнего Востока, аналитики INFRAONE оценивают дефицит инфраструктуры железных дорог к Дальневосточным портам в 2024 году: в случае быстрого роста – в 36 млн. т, при опережающем росте экономики – в 87 млн. т.

Советник генерального директора ОАО «РЖД» Фадеев Г. М. в интервью, данном телекомпании «РЖД ТВ», говорил о полной загрузке Восточного хода, о трудностях в управлении вагонным парком, который принадлежит множеству собственников. К озвученным проблемам следует добавить недоверие грузовладельцев, особенно японских, к способностям обеспечить сохранность грузов при перевозке по территории России. Следует отметить, что речь идет только о транспортировке экспортных сырьевых грузов из России на рынок Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР). О транзитных грузоперевозках умалчивается.

В то же время, транзит из АТР в страны Евросоюза (ЕС) по территории РФ может быть значительным, экономически привлекательным, если говорить не о нескольких сотнях тысяч, а о миллионах контейнеров.

Грузовая база для транзита по территории России с Востока на Запад. Возможные пути решения проблемы

В 2014 году академики РАН Г. В. Осипов, В. А. Садовничий, В. И. Якунин предложили Интегральный проект солидарного развития на Евро-Азиатском континенте (научно-практическую концепцию) «Транс-Евразийский пояс RAZVITIE» (ТЕПР). Суть концепции – технологическая модернизация, индустриализация, построение инфраструктуры и мощных транспортных потоков, создание новых условий жизни человека, построение нравственного общества: «ТЕПР должен быть основан на опережающей, а не догоняющей индустриализации. Мы заинтересованы в создании принципиально новых, прорывных технологий, формирующих инфраструктуру следующего техно-промышленного уклада – термоядерную и солнечную энергетику, наноматериалы, лазерные станочные агрегаты, космические двигатели, биофотонические системы, системы транспорта на магнитном подвесе – так характеризуются основные идеи проекта его участниками и последователями» [3].

Примерно такая же концепция закладывалась при создании БАМа. Запланировано строительство четырех десятков промышленно-транспортных узлов на базе месторождений

природных ресурсов, соединенных единой мощной транспортной системой с выходом на побережье Тихого океана, где предусматривалось создание новых портовых мощностей. Проект нацелен на освоение практически безлюдных просторов Сибири, создание пояса развития в интересах всей страны. Упоминание о формировании транзитного потока в этом проекте отсутствует.

Институтом экономики РАН предложен проект «Единая Евразия: новый Транссиб» (рис. 1), где предусматриваются освоение транзитного потока объемом 20 млн. большегрузных контейнеров, что, по расчетам авторов, адекватно валютному потоку, поступающему в Россию от продажи углеводородов.

Рисунок 1 – Проект «Единая Евразия: новый Транссиб» (по расчетам Института экономики РАН) [5]

Проанализировав данную информацию, можно сделать выводы:

1) существующая транспортная сеть загружена перевозкой сырьевых товаров на экспорт, для транзитных перевозок непригодна из-за технической отсталости;

2) устранение «узких» мест на Дальневосточном полигоне БАМа и Транссиба также не решает задачу транзита, а лишь поддерживает возможность транспортировки нарастающего сырьевого потока;

3) проект «Единая Евразия» стоимостью 18 трлн. руб. может взять на себя транзитный поток в 20 млн. контейнеров, но непривлекателен для частного капитала.

Магнитолевитационная транспортная система для транзитных транспортных коридоров «Запад – Восток» и «Север – Юг»

5–8 сентября 2018 года в Петербургском государственном университете путей сообщения Императора Александра I прошла Международная конференция Maglev 2018. Участники конференции высоко оценили историю, последовательность и уникальность российской инженерной мысли в разработке магнитолевитационных технологий (МЛТ) для инновационного транспорта.

Подводя итоги конференции, эксперты международного маглев-сообщества подтвердили зрелость и универсальность МЛТ, которая гарантирует сохранение окружающей среды, комплексную транспортную безопасность, энергоэффективность, сохранность грузов, желаемую скорость перемещения.

МЛТ активно развиваются во всем мире, увеличивается число стран, в которых:

– существуют стратегии и программы внедрения транспортных технологий на основе магнитной левитации;

– МЛТ, включая проекты под управлением железнодорожных компаний, либо внедрены, либо готовятся к внедрению, что обусловливает необходимость интенсификации процесса подготовки специалистов для реализации будущих проектов развития МЛТ.

Растет производство высокотехнологичных компонентов, что способствует совершенствованию и повышению экономической эффективности магнитолевитационного транспорта.

Отечественными учеными и инженерами пройден серьезный путь, в ходе которого были сохранены собственные наработки, изучен и обобщен мировой опыт разработки МЛТ (рис. 2). Это позволяет определить основные направления для поиска решений, не имеющих мировых аналогов.

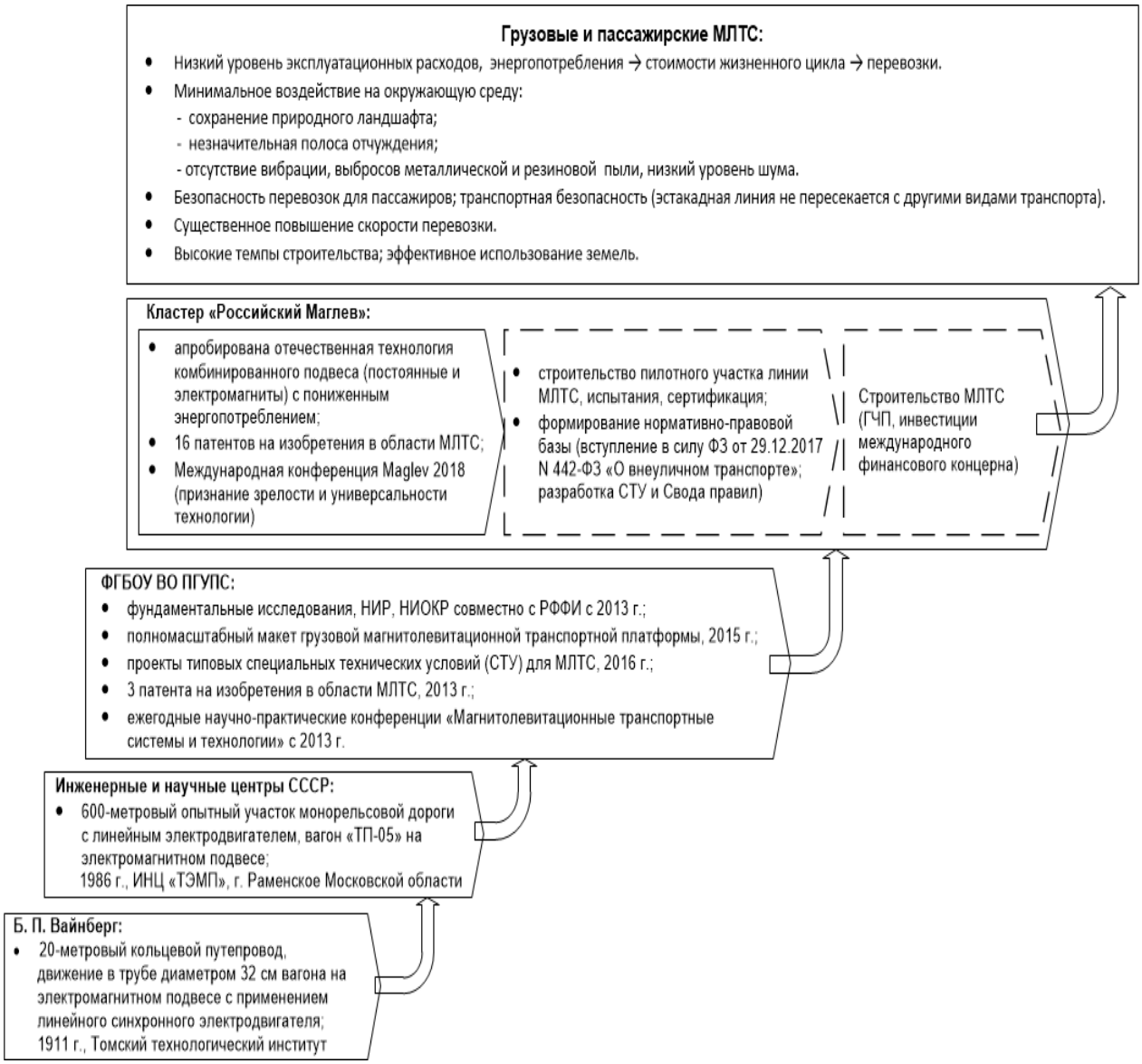


Рисунок 2 – Исследования, разработки и создание магнитолевитационных транспортных систем (МЛТС) в России

Потенциал инновационной МЛТ позволяет реализовать целый спектр проектов. Наиболее перспективным направлением является глобальный проект создания ТТК «Запад – Восток» и «Север – Юг» по территории Российской Федерации [4].

Реализация проектов в России позволит совершить мощный рывок в повышении качества жизни людей, в модернизации экономики, инфраструктуры и государственного управления.

Пилотный участок ТТК «Запад – Восток» и «Север – Юг»

В качестве пилотного участка ТТК рассматривается создание линии магнитолевитационного транспорта от портов Санкт-Петербурга и Ленинградской области до транспортно-логистических центров Москвы.

Проект направлен на реализацию интересов широкого круга стейкхолдеров, в число которых входят российские и зарубежные коммерческие предприятия (грузоотправители и грузополучатели, перевозчики, терминально-логистические центры, порты), инфраструктурные железнодорожные компании и государства, вовлеченные в международную торговлю (преимущественно, страны Юго-Восточной Азии и ЕС).

Транзитные транспортные коридоры призваны играть системообразующую роль в экономическом и социальном развитии территорий, по которым они проходят. Их создание стимулирует развитие отраслей экономики и социальной сферы соответствующих регионов [5, 6].

Согласно проведенной сравнительной оценке железнодорожного и магнитолевитационного транспорта в разрезе создания ТТК «Восток – Запад» (табл.), внедрение МЛТ позволит:

– существенно повысить конкурентоспособность транспортной системы РФ за счет внедрения инновационных транспортных и транспортно-логистических технологий, реализовать экспортный и транзитный потенциал страны;

– обеспечить комплексную безопасность и устойчивость транспортной системы.

Таблица – Сравнительная оценка железнодорожного и магнитолевитационного транспорта в разрезе создания ТТК «Восток – Запад»

Показатели	Транспорт	
	железнодорожный	магнитолевитационный
Инфраструктура	Существует, реализуется проект развития Транссиба	Создается за счет средств инвестора ($ 100 млрд. за 11,3 тыс. км)
Стоимость 1 года жизн. цикла (50 лет) без учета эксплуатации	999 901,8 млн. руб.	131 622,4 млн. руб.
Коммерческая скорость	43,75 км/ч, планируется увеличение до 62,5 км/ч	500-600 км/ч
Срок прохождения груза	10 сут., планируется снижение до 7 сут.	19 часов
Стоимость перевозки 1 контейнера	От 180 тыс. руб.	150 тыс. руб.
Операционные затраты	590,44 коп. за 10 т.-км.	448,73 коп. за 10 т.-км.
Энергоэффективность	0,61 кВт*час за 1 вагоно-км.	0,53 кВт*час за 1 вагоно-км.
Экологичность	Относительно низкий объем выбросов при электр. тяге, средний уровень шума	Отсутствие выбросов, низкий уровень шума
Безопасность	Возможен сход состава с пути, аварии на переездах, механическая деформация узлов и элементов подвижного состава и верхнего строения пути	Высокая за счет невозможности схода подвижного состава с пути, отсутствия пересечения с др. видами транспорта

МЛТ при создании ТТК дает существенные преимущества по ключевым показателям в сравнении с железнодорожным транспортом:

– гарантированная безопасность;

– высокая экологическая безопасность;

– энергоэффективность;

– существенно более низкая стоимость перевозки [7].

Эти показатели являются привлекательными для инвесторов, готовых финансировать реализацию проекта.

Выводы

1. Усилиями поколений российских ученых и инженеров подготовлена транспортная технология, по своим характеристикам полностью отвечающая представлениям о шестом технологическом укладе, в который входит человечество [8].

2. Философские идеи проектов ТЕПР и «Единая Евразия» логично укладываются в понимание назначения ТТК «Запад – Восток» и «Север – Юг» на основе МЛТ, наполняют его смыслом и высоким содержанием.

3. Модернизация и устранение «узких» мест на Восточном полигоне Транссиба и БАМа призваны поддерживать нарастающий экспортный сырьевой поток из России, перевозка которого может обеспечиваться только государственными ресурсами.

4. Создание ТТК «Запад – Восток» и «Север – Юг» с применением МЛТ обеспечит транзитный поток, по валютной значимости сравнимый с продажей углеводородов и не требует бюджетных государственных вложений.

Список литературы

1. Инфраструктура России: индекс развития: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://infraone.ru/analitika/Index_razvitiia_infrastruktury_Rossii_InfraONE _Research.pdf (дата обращения 25.10.2018 г.).

2. Указ Президента РФ от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития РФ на период до 2024 г.»: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://kremlin.ru/acts/bank/43027 (дата обращения: 25.10.2018 г.).

3. Интегральный проект солидарного развития на Евро-Азиатском континенте (научно-практическая концепция) // Доклад д.п.н. В. И. Якунина на заседании президиума РАН, Москва, 11 марта 2014 г.: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://v-yakunin.livejournal.com/83781.html (дата обращения 18.10.2018 г.).

4. Морозова Е.И. Оценка инвестиционной привлекательности грузовой магнитолевитационной технологии для перевозки контейнеров // Железнодорожный транспорт. 2016. № 12. С. 65.

5. Садчиков А. Экономист Иван Стариков: Есть замена нефти! Надо зарабатывать на транзите из Китая в Европу [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gudok.ru/events/detail.php?ID=1358082 (дата обращения 03.02.2017 г.).

6. Соколова Я.В. Алгоритм структурирования крупного инфраструктурного проекта в форме государственно-частного партнерства / Я.В. Соколова. – Транспортные системы и технологии. 2018. № 4 (1). С. 5–18.

7. Соколова Я.В. Влияние внешних факторов на реализацию инновационного проекта создания транспортно-логистической системы на основе магнитолевитационной технологии / Я.В. Соколова // XXI век: фундаментальная наука и технологии: материалы VIII Международной научно-практической конференции, 25–26 января 2016 г., North Charleston, USA. Т. 1. М.: НИЦ «Академический». 2016. С. 180–182.

8. Зайцев А.А. Транспорт в VI технологическом укладе: инженерные решения / А.А. Зайцев // Современные задачи инженерных наук [Текст]: материалы VI Международного научно-технического Симпозиума «Современные энерго- и ресурсосберегающие технологии СЭТТ – 2017» Международного научно-технического Форума «Первые международные Косыгинские чтения (11–12 октября 2017 года). Т. 2 / М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А. Н. Косыгина». 2017. С. 248–251.

УДК 658.314.7:330.115

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕОРИИ БОЛЬШИХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

Цыганов Владимир Викторович *– доктор технических наук, профессор, заведующий Московским отделом*

ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко
Российской академии наук

Аннотация. Принципы построения информационной теории больших транспортных систем (БТС) основаны на решающей роли человеческого фактора. БТС должна способствовать его активизации, максимальному использованию потенциала, т.е. быть прогрессивной. Чтобы субъект управления был адекватен объекту в условиях изменений, БТС должна быть адаптивной. При этом необходима согласованность работы коллективов и отдельных работников. Важно также использовать эффект триумфа – умножение (мультипликативность) человеческих и материальных ресурсов в БТС. Ещё один важный принцип построения БТС – использование искусственного интеллекта.

Ключевые слова: транспорт, система, неопределенность, интеллект, управление, адаптивность, прогрессивность.

THE PRINCIPLES OF CONSTRUCTION INFORMATION THEORY OF LARGE-SCALE TRANSPORT SYSTEMS

Tsyganov Vladimir V. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Moscow department

Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences

Abstract. The principles of constructing the information theory of big transport systems (BTS) are based on the decisive role of the human factor. BTS should promote its activation, maximum use of potential, i.e. be progressive. For a management subject to be adequate to an object under conditions of change, the BTS must be adaptive. Also it is necessary to coordinate the work of collectives and individual workers. It is also important to use the effect of triumph – multiplication of human and material resources in the BTS. Another important principle of building BTS is the use of artificial intelligence.

Keywords: transport, system, uncertainty, intelligence, management, adaptability, progressiveness.

Мир готовится к новому скачку, связанному с VI технологическим укладом. С ним будут связаны и революционные изменения на транспорте. Ожидается, что новый технологический уклад будет реализовываться в мультимодальных интеллектуальных транспортных системах [1]. С другой стороны, с теоретической точки зрения, одним из общих направлений фундаментальных исследований в последние годы является разработка математических моделей и методов исследования сложных управляющих систем и процессов. В рамках этого направления, в ИПТ РАН была разработана информационная теория организационных структур управления транспортными сетями. В частности, были выполнены математические постановки и решены задачи анализа и синтеза организационных структур управления транспортными сетями разной природы и масштаба. Обширная библиография по информационной теории организационных структур управления транспортными сетями дана в работе [2].

Практика ставит задачи дальнейшего развития теоретического фундамента мультимодальных интеллектуальных транспортных систем. С этой целью, на базе разработанной информационной теории организационных структур управления транспортными сетями, а также теории управления эволюцией [3] и теории безопасности больших систем [4–6], начата разра-

ботка информационной теории больших транспортных систем (ИТБТС). В её рамках будет создан инструментарий теоретического анализа и оптимального синтеза больших транспортных систем (БТС) с заданными свойствами, методы, а также технологии и процедуры экспертизы и разработки международных, национальных, отраслевых и региональных БТС. Это позволит осуществлять разработку, реформирование и реструктуризацию БТС для повышения их эффективности и безопасности.

Рассмотрим предпосылки создания ИТБТС. БТС призваны удовлетворять потребности экономики и общества в перевозках на разных уровнях: от регионального до национального и международного. Для помощи лицам, принимающим решения (ЛПР), традиционно используется системный подход, методы стратегического планирования и управления и др. Они направлены на предсказание изменений и выработку компенсирующих управляющих воздействий, обеспечивающих гомеостаз – стабильное, бесперебойное функционирование БТС при помехах и угрозах. Гомеостаз является результатом адаптации и самоорганизации, направленных на устранение или максимальное ограничение факторов внешней и внутренней среды, нарушающих динамическое равновесие БТС.

В условиях быстрых изменений, неизбежно возникает дефицит информации о БТС. Не зная реального состояния дел, ЛПР не в состоянии блокировать возникающие опасности и риски. Например, в региональном управлении БТС применяются местнические подходы, наносящие вред Центру, не владеющему полной информацией о региональных БТС, управляемых им же предложенными руководителями. У ЛПР нет полной информации о пределах роста, обусловленных глобальными ограничениями и т.д. Все чаще возникают риски и угрозы из-за приближения необходимых скоростей принятия решений в БТС к предельно возможной для человека скорости обучения и реагирования.

Таким образом, ключевое значение для БТС приобретает человеческий фактор. По этому поводу основоположник научной организации труда Ф.Тэйлор заметил: «Железные дороги – это всего лишь на 10% железо, и на 90% – люди». Ведь наиболее полную информацию об угрозах и рисках БТС имеют руководители на местах. Они же располагают оперативными возможностями для повышения эффективности БТС. В результате преуспевают ЛПР, лучше других использующие возможности своих сотрудников.

Однако, несмотря на значительное число работ по данной проблематике, до настоящего времени отсутствует единый подход к построению моделей и механизмов управления БТС. В то же время появились технологии, процедуры и механизмы, позволяющие ЛПР добиваться целей управления БТС [7]. Требуется упорядочить подходы к теоретическому и методологическому обеспечению эффективности и безопасности БТС. Необходимо разработать теорию, которая позволяла бы, на основе получаемой от БТС информации, анализировать риски, вызовы, угрозы в транспортной сфере, разрабатывать соответствующие модели и методы управления БТС.

Разработка ИТБТС должна быть основана как на предметно ориентированных исследованиях БТС, так и на междисциплинарных общетеоретических исследованиях больших систем. Поэтому для разработки ИТБТС используется междисциплинарный подход, опирающийся на междисциплинарные теории эволюционных, дальновидных и гуманитарных систем [3, 8].

Теория эволюционных систем. Система управления организацией включает механизмы функционирования – совокупности правил и процедур прогнозирования, планирования, регулирования и стимулирования, направленных на достижение поставленной цели. Повышение эффективности этих механизмов в условиях динамики и неопределенности достигается за счет их адаптации и самоорганизации. Инструментом исследования и разработки таких механизмов является теория эволюционных систем, математические основы которой описаны в монографии [3]. Это теоретическое знание об управлении эволюцией больших систем в условий изменений, с учетом способности человека к обучению, адаптации и самоорганизации. Для разработки этой теории используется системный подход, методы исследования операций, психологии, экономики, социологии и др. Математическую её основу составляет теория дальновидных систем.

Теория дальновидных систем – математическая теория управления организациями с рациональными дальновидными элементами – моделями коллективов в условиях динамики и неопределенности [3]. Она основана на простой аксиоме: люди действуют рационально, используя имеющиеся в их распоряжении средства для достижения текущих и перспективных целей. Основные её направления связаны с созданием адаптивных и самоорганизующихся механизмов. В качестве объекта управления, рассматривается иерархическая организация с рациональными дальновидными элементами, возглавляемая субъектом управления – Центром. Она функционирует во внешней среде и подвержена влиянию изменений и случайных факторов. Чтобы обеспечить нужную эволюцию объекта, Центр устанавливает механизм управления, включающий процедуры прогнозирования, планирования, распределения ресурсов и стимулирования, моделирующие правила, используемые в процессе управления. Чтобы механизм был адекватен объекту управления в условиях перемен, он должен быть ***адаптивным***.

Адаптивные механизмы должны обладать определенными свойствами, обеспечивающими эффективность их использования на практике. К таким свойствам можно отнести оптимальность, устойчивость, согласованность и др. Особенно важно, что информация о механизме адаптивного управления позволяет элементу предсказывать будущие решения Центра в зависимости от выбора собственного состояния «сегодня». Поэтому эффективность управления зависит от заинтересованности элемента в использования своих возможностей. Задача Центра – построить механизм, обладающий свойством ***прогрессивности***, раскрывающий возможности каждого подразделения и сотрудника организации для достижения её целей.

В монографии [3] разработаны математические модели и аппарат анализа и синтеза прогрессивных адаптивных механизмов. Для этого используются методы теории управления, в том числе формальные процедуры и алгоритмы адаптации, идентификации, прогнозирования и самоорганизации. Предложена единая базовая модель и формальное описание адаптивных механизмов, и найдены необходимые и достаточные условия их прогрессивности. Полученные условия являются конструктивными и позволяют проектировать и настраивать эффективные механизмы функционирования больших систем. Общие и принципиально сходные адаптивные механизмы применяются в разных комбинациях для совершенствования управления большими системами разной природы. В частности, в монографии [8] они используются для создания теории гуманитарных систем и высоких гуманитарных технологий на основе модели эмоционального человека.

Теории дальновидных и гуманитарных систем с их моделями, соответственно, рационального (например, «экономического») и эмоционального человека, составляют математическую основу ИТБТС. Однако в целом, строго говоря, ИТБТС не является математической теорией. Тем не менее, она должна использовать строгие математические конструкции. Помимо рациональности и эмоциональности, ИТБТС должна учитывать обучаемость человека, а значит и возможность манипулирования им. Результатом этого может стать неадекватность, иррациональность поведения человека. В этом смысле, объектами управления в ИТБТС являются не только рациональные и эмоциональные, но и иррациональные элементы.

Метод ИТБТС предполагает системный анализ объекта. Затем строится математическая модель и решается задача синтеза управления. Полученные математические решения (теоремы и другие формальные утверждения) после верификации обосновывают принципы, методы, алгоритмы и программы управления объектом. Поэтому создание прогрессивных адаптивных механизмов управления БТС должно включать циклы теоретических исследований, прикладных разработок, апробации и внедрения.

Развиваясь на стыке естественных и общественных наук, ИТБТС должна использовать знания социологии [5], а также психологии и физиологии человека [8]. Ведь добиться максимальной отдачи коллективов, групп и отдельных работников, при решении практических задач управления БТС, можно лишь при ***согласовании*** их интересов и желаний. Необходимо также ***комплексно*** учитывать такие виды предплановой деятельности, как анализ, оценку и прогнозирование, во взаимосвязи с планированием, контролем и стимулированием, построенными на взаимоувязанной нормативно-методической базе. Если при этом достига-

ется совместное использование интеллектуального потенциала ЛПР и элементов искусственного интеллекта, то можно говорить о той или иной степени ***интеллектуальности*** БТС.

Принцип ***мультипликативности*** связан с умножением ресурсов на эволюцию большой системы за счет эффекта триумфа [3]. Этот эффект связан с возникновением очевидного лидера и концентрацией вокруг него людей с их ресурсами. Эффект триумфа лежит в основе управляемой эволюции больших систем (в частности, т.н. «самосбывающихся» прогнозов). Этот эффект обусловлен неустойчивостью коллективного поведения и хорошо известен в экономике, политике, социологии, военном деле и других сферах человеческой деятельности. Разные исследователи присваивают свои названия этому эффекту, исходя из собственной оценки важности того или иного фактора в цепочках причинно-следственных связей, приводящих к его возникновению. Например, в социологии эффект триумфа называют эффектом толпы, на финансовых рынках – рефлексией, в стратегическом планировании – умножением, в политологии – эффектом момента движения, в военном деле – сетецентрическим эффектом [3].

Подведем итог. Для развития БТС необходимо перейти от декларативного описания их целей и задач к динамическим моделям и оптимальным механизмам их функционирования в условиях неопределенности. Для этого необходимы соответствующая теория, методология, методы и технологии. Фундаментальный подход к формированию ИТБТС должен учитывать психофизиологию человека и его производственные отношения. Организационные принципы построения ИТБТС – адаптивность, прогрессивность, согласованность, комплексность, интеллектуальность, мультипликативность. ИТБТС должна обеспечить не только качественный анализ положения дел и выявление закономерностей эволюции БТС, но и синтез количественных управляющих воздействий. В их основу должны быть положены прогрессивные адаптивные механизмы, раскрывающие возможности (потенциал) элементов БТС для обеспечения эффективности и безопасности в условиях быстрых изменений.

Список литературы

1. Malygin I., Komashinsky V., and Tsyganov V. International Experience and Multimodal Intelligent Transportation System of Russia / Proceedings of 10th Conference "Management of Large-Scale System Development". Moscow: IEEE, 2017. pp. 1-5.

2. Малыгин И.Г., Цыганов В.В., Еналеев А.К., Савушкин С.А. и др. Отчет о НИР по теме: «Разработка информационной теории организационных структур управления транспортными сетями» (итоговый). ИПТ РАН. СПб. 2017. 180 с.

3. Цыганов В.В., Бородин В.А., Шишкин Г.Б. Интеллектуальное предприятие: механизмы овладения капиталом и властью. Теория и практика управления эволюцией организации. М.: Университетская книга. 2004. 768 с.

4. Шульц В.Л., Цыганов В.В., Идрисов Р.Ф., Терехова Н.Н. Безопасность социально-экономических систем. М.: Наука. 2009. 272 с.

5. Цыганов В.В., Шульц В.Л. Социология общественной безопасности. М.: Наука, 2014. 415 с.

6. Цыганов В.В., Малыгин И.Г. Риски и интеллектуальные механизмы промышленной безопасности больших транспортных систем // Проблемы управления рисками в техносфере. 2017. №1 (41). 2017. С.110–119.

7. Цыганов В.В., Малыгин И.Г., Еналеев А.К., Савушкин С.А. Большие транспортные системы: теория, методология, разработка и экспертиза: монография. СПб: ИПТ РАН. 2016. 216 с.

8. Цыганов В.В. Адаптивные механизмы и высокие гуманитарные технологии. Теория гуманитарных систем. М.: Академический проект. 2012. 351 с.

УДК 658.314.7:330.115

ОЦЕНКИ КОНКУРЕНЦИИ В БОЛЬШОЙ ТРАНСПОРТОЙ СИСТЕМЕ

Цыганов Владимир Викторович *– доктор технических наук, профессор, заведующий Московским отделом*

Лемешкова Алеся Валерьевна *– младший научный сотрудник Московского отдела*

ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко

Российской академии наук

Аннотация. Разработана и исследована модель оценки конкуренции в большой транспортной системе, на примере рынка предоставления грузовых вагонов, в зависимости от эндогенных и экзогенных параметров. Разработана методология прогнозирования уровня конкуренции на рынках предоставления грузовых вагонов на среднесрочную перспективу с использованием методов сценарного моделирования.

Ключевые слова: транспорт, рынок, груз, вагон, конкуренция, оценка, прогноз.

COMPETITION EVALUATIONS IN A LARGE-SCALE TRANSPORT SYSTEM

Tsyganov Vladimir V. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Moscow department

Lemeshkova Alesia V. – researcher of Moscow department

Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences

Abstract. The model for evaluating competition in a large transport system, using the example of the market for the provision of freight cars, depending on the endogenous and exogenous parameters, has been developed and investigated. A methodology has been developed for predicting the level of competition in the markets for the provision of freight cars for the medium term using scenario modeling methods.

Keywords: transport, market, cargo, vagon, competition, evaluation, forecast.

Принципы построения информационной теории больших транспортных систем (БТС) основаны на решающей роли человеческого фактора. БТС должна способствовать его активизации, максимальному использованию потенциала [1]. Для этого используется управление, основанное на клиенториентированности [2, 3]. А для этого необходима каталогизация услуг БТС [4–6].

Один из способов указанной активизации – конкуренция за клиента. Поддержание и развитие конкуренции является важной задачей, на решении которой сфокусированы усилия органов антимонопольного регулирования. Для эффективной их деятельности необходимы прогнозы уровня конкуренции. Рассмотрим принципы прогнозирования уровня конкуренции на рынке предоставления грузовых вагонов и связанных с ними каталогизированных услуг. Организационную структуру и основные факторы этого рынка иллюстрирует рисунок [7].

Из рисунка следует, что для прогнозирования уровня конкуренции как на рынке предоставления грузовых вагонов, так и на рынках связанных с ними услуг необходимо прогнозировать состояние 3-х основных факторов: рынка грузов, вагонного парка и магистральной железнодорожной сети (МЖС). В свою очередь, для прогнозирования влияния каждого из этих факторов на состояние конкуренции, разрабатывается подсистема индикаторов, позволяющих делать выводы о будущем изменении – ослаблении или усилении – конкуренции. Эти индикаторы должны быть измеримы, независимы и определяться с достаточной степенью точности. Например, важными индикаторами состояния вышеуказанных 3-х основных факторов являются, соответственно, объем предъявляемых к перевозке грузов, число вагонов и пропускная способность МЖС.

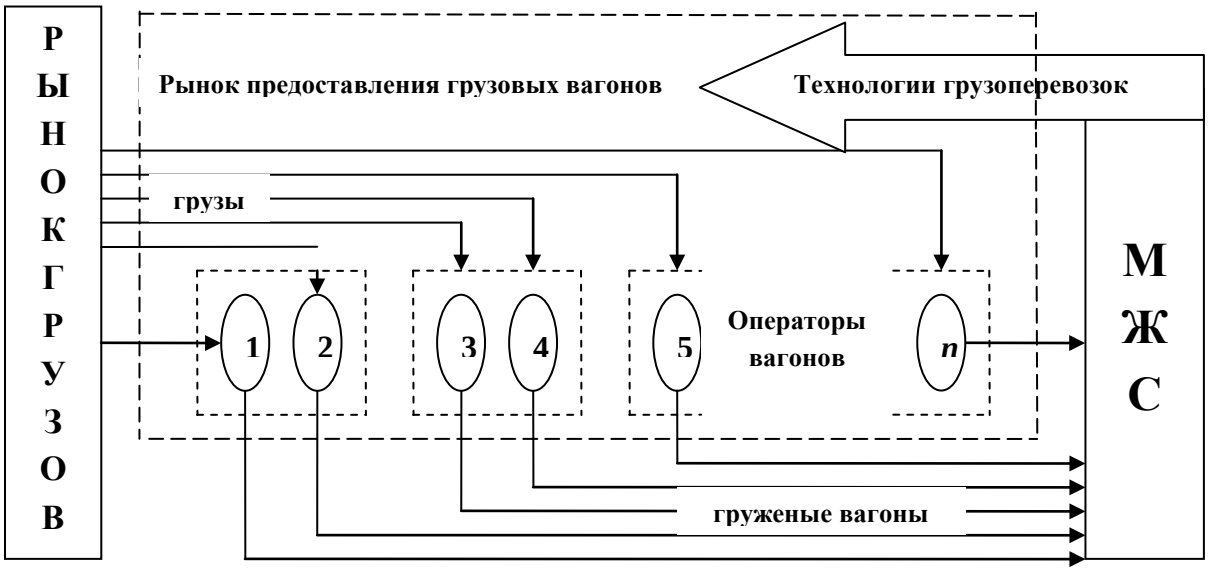


Рисунок – Организационная структура и основные факторы рынка предоставления

При этом рост числа вагонов и пропускной способности МЖС усиливает конкуренцию на рынке предоставления вагонов, а рост объема грузов, предъявляемых к перевозке – ослабляет ее [7].

В свою очередь, каждый индикатор может зависеть от нескольких частных показателей. Например, будущее число вагонов определяется закупками вагонов и их выбытием за прогнозный период. В числе показателей, определяющих объем предъявляемых к перевозке грузов – объемы добычи полезных ископаемых, промышленного и сельскохозяйственного производства и т.п. Каждая подсистема индикаторов с их показателями должна быть прозрачной, по возможности простой и достаточно полной. Таким образом, основой Методологии является система индикаторов и показателей влияния вышеуказанных основных факторов.

Другие важные принципы прогнозирования уровня конкуренции на рынке предоставления грузовых вагонов и связанных с ними услуг связаны с использованием сценарного моделирования и основной транспортной диаграммы – зависимости пропускной способности МЖС от плотности потока вагонов [7, 8]. В зависимости от текущей пропускной способности МЖС, следует рассматривать 2 сценария: в первом объем грузоперевозок с ростом числа вагонов растет (восходящий тренд), а во втором – падает (нисходящий тренд). Пример – динамика числа вагонов в РФ в XXI веке. С 2007 по 2012 г. темпы роста вагонного парка составили 22%, более чем в 3 раза превысив темпы роста грузоперевозок (6%). А в сегменте полувагонов это превышение составило 6 раз. Множество новых вагонов резко увеличило плотность потока, что, согласно основной транспортной диаграмме, ведет к снижению пропускной способности МЖС [7, 8]. Так и произошло. В результате средняя производительность вагона снизилась на 11%, а полувагона – на 32%. Большой объем встречных порожних вагонопотоков, отсутствие сдвоенных операций усложнило работу МЖС. Значительно ухудшилась работа станций, усложнилась технология переработки составов и маневровая работа.

Снижение производительности и средней скорости вагона отразилось на состоянии конкуренции на рынке предоставления вагонов и, следовательно, на грузоотправителях. Уменьшение средней скорости вагонов породило их дефицит. Конкуренция на рынке снизилась, что привело к росту ставки за вагон в 4 раза – с 337 руб/сутки до 1339 руб/сутки. Многим операторам стало невыгодно выполнять заявки грузоотправителей с нестандартной логистикой доставки грузов, разовыми и повагонными отправками и т.п. Дефицит вагонов привел к спекулятивному росту цен на новые вагоны, финансируемому за счет роста вагонной

составляющей в цене транспортной услуги. Спекулятивное наращивание парка вагонов вело к дальнейшему замедлению их оборота. Таким образом, грузоотправитель страдал как от дефицита вагонов, так и от неадекватного роста вагонной ставки. К выходу из этого порочного круга привел конъюнктурный спад рынка грузов, который резко снизил потребность в вагонах и усилил конкуренцию на рынке их предоставления. Вступили в силу объективные законы конкуренции – усилившаяся борьба за сужающийся рынок привела к резкому падению вагонной ставки и сокращению закупок вагонов.

Рассмотрим теперь проблему количественной оценки и прогнозирования уровня конкуренции на рынке предоставления грузовых вагонов и связанных с ними услуг. Евразийская экономическая комиссия (ЕЭК) проводит регулярные исследования зависимости уровня рыночной конкуренции от параметров внутренней и внешней среды Евразийского экономического союза (ЕАЭС) [9]. Методология прогнозирования конкуренции на рынках предоставления грузовых вагонов и связанных с ними услуг на среднесрочную перспективу в ЕАЭС (далее – Методология) основана на системе факторов и характеризующих их влияние индикаторов (показателей) – признаков изменения конкуренции.

При исследовании зависимости уровня рыночной конкуренции от параметров внутренней и внешней среды ЕАЭС учитываются технологии функционирования конкретных рынков и закономерности окружающей среды. Например, в работе [7] рассмотрены теоретические основы оценки конкуренции операторов на рынке предоставления грузовых вагонов во взаимосвязи с технологическими процессами на транспорте. При этом рассматривается два направления такой конкуренции. Первое – конкуренция операторов за предоставление вагонов грузоотправителям для перевозки грузов. Второе – конкуренция операторов за сдачу вагонов в аренду другим операторам. Общая оценка уровня конкуренции должна учитывать локальные оценки конкуренции в обоих вышеуказанных направлениях.

Конкуренция операторов вагонов за грузоотправителя тем сильнее, чем больше предложение вагонов превышает спрос на них. Конкуренция операторов при сдаче вагонов в аренду тем выше, чем больше число вагонов, которые могут быть арендованы. Основанная на вышеуказанных соображениях формула (17) работы [7] позволяет получать общую оценку уровня конкуренции операторов на рынке предоставления вагонов:

$$K = f N - A/q, \tag{1}$$

где N – число вагонов, A – грузооборот магистрального автотранспорта, конкурирующего с ЖДТ, q – средняя производительность грузового вагона, f – весовой коэффициент, характеризует относительную значимость конкуренции за аренду вагонов, в сравнении со значимостью конкуренции за грузоотправителя, $0 < f < 1$.

Дадим содержательную трактовку формулы (1). Первое слагаемое в правой части (1) характеризует оценку конкуренции операторов при сдаче вагонов в аренду (которая тем выше, чем больше число вагонов N). Второй член в правой части формулы (1) характеризует оценку конкуренции операторов вагонов за грузоотправителя, которая тем слабее, чем больше спрос на вагоны под перевозку превышает предложение. Разницу между спросом и предложением на вагоны под перевозку характеризует объем грузов A, «уходящих» с ЖДТ на конкурирующий магистральный автотранспорт. Поэтому оценка конкуренции операторов вагонов за грузоотправителя, согласно формуле (1), тем меньше, чем больше грузов уходит с ЖДТ на магистральный автотранспорт, т.е. чем больше A.

Далее, поскольку q – средняя производительность грузового вагона, то величина A/q характеризует число вагонов, необходимых для перевозки объема грузов A. Чем больше это число, тем больше грузов уходит с ЖДТ на магистральный автотранспорт, т.е. тем больше спрос на вагоны превышает их предложение. Следовательно, чем больше A/q, тем слабее конкуренция на рынке предоставления вагонов под перевозку. Это обстоятельство и отражает второй член в правой части формулы (1).

Выявим и проанализируем функциональную зависимость оценки конкуренции (1) от параметров рынка предоставления вагонов и внешней среды. Заметим, что средняя произво-

дительность вагона q увеличивается с ростом его средней скорости v и грузоподъемности w: $q=vw$. Введем параметр $a=A/w$. Тогда, согласно формуле (1), оценка конкуренции приобретает вид:

$$K= f N - a/v . \qquad (2)$$

В свою очередь, средняя скорость вагона v зависит от состояния рынка грузов (в т. ч. их номенклатуры и объемов), вагонного парка (в т. ч. его численности), транспортной сети (в т. ч. пропускной способности и технологии грузоперевозок) и других факторов. В монографии [7] рассмотрена транспортная диаграмма, характеризующая зависимость скорости движения поездов с грузовыми вагонами от плотности их потока на железной дороге. Дискретный режим на дороге характеризуется независимым движением этих поездов и постоянством их скорости ($v=const=c$). При непрерывном режиме движение поездов на дороге взаимозависимо.

Переход от дискретного режима движения к непрерывному происходит при увеличении числа вагонов до n. В линейном приближении средняя скорость движения (или скорость потока) вагонов определяется по формуле:

$$v=\begin{cases} c,\ если\ \ N \le n\ (дискретный\ реж.),\ c>0,\ n>0 \\ c-b(N-n),\ если\ \ n<N<n+c/b\ (непрерывный\ \ реж.), \\ 0,\ если\ \ N \ge n+c/b,\ c>0,\ b>0,\ n>0 \end{cases} \qquad (3)$$

где b – эластичность убывания средней скорости движения (потока) вагонов с ростом их числа в непрерывном режиме, $b>0$.

Подставим (3) в (2) и проанализируем полученную функциональную зависимость оценки конкуренции K от числа вагонов N: $K=K(N)$. Нетрудно показать, что при значениях эндогенных и экзогенных параметров транспортной системы и внешней среды, рассматриваемых в данной модели и удовлетворяющих неравенству $fc^2w<Ab$, оценка $K(N)$ конкуренции операторов увеличивается с ростом числа вагонов N, достигая максимума в точке перехода от дискретного режима движения к непрерывному режиму (т.е. при $N=n$). После этого $K(N)$ уменьшается, и конкуренция операторов вагонов ослабевает при дальнейшем росте числа вагонов N.

Далее, при значениях параметров модели, удовлетворяющих неравенству $fc^2w>Ab$, оценка $K(N)$ конкуренции операторов увеличивается с ростом числа вагонов N, достигая максимума при $N^*=n+(c-\sqrt{Ab/fw})/b$. Таким образом, при $fc^2w>Ab$ конкуренция операторов вагонов усиливается с ростом числа вагонов N, вплоть до N^*, после чего ослабевает при дальнейшем увеличении числа вагонов N.

Полученные результаты показывают, что весьма распространенное в национальных органах антимонопольного регулирования стран-членов ЕАЭС мнение о том, что конкуренция операторов на рынке предоставления вагонов постоянно усиливается с ростом числа вагонов, вообще говоря, не верно.

Список литературы

1. Цыганов В.В. Принципы построения информационной теории больших транспортных систем // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2017. СПб: ИПТ РАН. 2018. С. 112–118.

2. Цыганов В.В., Бородин В.А., Савушкин С.А. Адаптивное управление транспортной компанией на основе клиенториентированности // Информационные технологии в науке, образовании и управлении. 2017. № 3. С. 3–10.

3. Цыганов В.В., Савушкин С.А., Горбунов В.Г. Контроль качества услуг в клиенториентированном управлении компанией // Информационные технологии в науке, образовании и управлении. 2017. № 3. С. 10–19.

4. Цыганов В.В., Савушкин С.А., Лемешкова А.В. Каталогизация услуг в организационном управлении транспортной компанией / Транспорт России: проблемы и перспективы – 2017. СПб: ИПТ РАН. 2017. С. 40–43.

5. Малыгин И.Г., Цыганов В.В., Лемешкова А.В. Информатизация услуг холдинга «РЖД» на основе каталогизации // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2016: материалы Международной научно-практической конференции. СПб: ИПТ РАН. 2016. Т. 2. С. 13–23.

6. Цыганов В.В., Савушкин С.А., Лемешкова А.В. Методика каталогизации, стандартизации и контроля услуг холдинга «РЖД» // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2016: материалы Международной научно-практической конференции. СПб: ИПТ РАН. 2016. Т.1. С. 107–111.

7. Цыганов В.В., Малыгин И.Г., Еналеев А.К., Савушкин С.А. Большие транспортные системы: теория, методология, разработка и экспертиза: монография. СПб: ИПТ РАН. 2016. 216 с.

8. Цыганов В. В., Лемешкова А.В. Оптимальная гарантирующая стратегия управления транспортным средством в дорожной игре // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2017: материалы Международной научно-практической конференции. СПб: ИПТ РАН. 2017. С. 69–72.

9. http://www.eurasiancomission.org/ru/NIR/Lists/List/DispForm aspx?ID=127 (дата обращения 12.10.2018).

УДК 004:656

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ КАК ДРАЙВЕР ЦИФРОВИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ

Виниченко Виктория Александровна *– кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики транспорта и финансов*

Синицын Михаил Геннадьевич *– старший преподаватель кафедры управления работой флота*

ФГБОУ ВО Сибирский государственный университет водного транспорта

Аннотация. В работе рассматриваются основные ключевые проблемы проведения цифровизации транспортной отрасли и пути их решения. Проанализирован уровень развития ИТС в транспортных сферах. Для водного транспорта выявлены и предложены элементы, составляющие его цифровую транспортную системы. На основе рассмотренной информации была разработана схема движения информационных потоков в интеллектуальной транспортной среде.

Ключевые слова: интеллектуальные транспортные системы, транспорт, цифровая экономика, цифровой транспорт, умная остановка, безопасный автобус, водный транспорт.

INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS AS DRIVER OF DIGITIZATION IN THE TRANSPORT INDUSTRY

Vinichenko Victoria Al. – Ph.D, associate Professor of transport and Finance Economics Department

Sinitsyn Michael G. – senior lecturer of the Department of Management of the fleet

Federal State Financed Educational Institute of Higher Education Siberian State University of Water Transport

Abstract. The paper deals with the main key problems of digitalization of the transport industry and ways to solve them. Analyzed the level of development of its in the transport sector. Elements of its digital transport system have been identified and proposed for water transport. On the basis of the considered information, a scheme of information flows in the intelligent transport environment was developed.

Keywords: intelligent transportation systems, transportation, digital economy, transportation systems, digital transportation, smart stop, safe bus, water transport.

Транспорт является связующим звеном большинства процессов, как на государственном, так и на международном уровне. И развитость транспортной системы является ключевым фактором развития мировой и государственной экономики. Тенденции последних лет показывают, что увеличение пропускной и провозной способности за счет наращивания транспортных мощностей не дает того результата, как раньше и они экономически не целесообразны.

Наиболее перспективно оптимизировать транспортные процессы за счет внедрения новых технологий, информационных и интеллектуальных транспортных систем (далее ИТС). Основной проблемой транспортной отрасли при организации доставки грузов или пассажиров является ограниченность пропускной и провозной способности. ИТС позволят мобильно реагировать на сложившуюся ситуацию и перераспределять транспортные потоки с мест большей концентрации на альтернативные варианты с минимальными затратами в автоматическом режиме.

В настоящее время на территории Российской Федерации практически на всех видах транспорта активно внедряются и развиваются ИТС различного вида. Основная проблема состоит в том, что это происходит разрозненно и не согласованно, что приводит к снижению эффективности транспортной системы. При региональном взаимодействии различных элементов системы существенно снижает результат, отставание районов Сибири и Дальнего Востока от центральной части страны. Помимо выше перечисленного, необходима цифровизация всего транспорта, участвующего в процессе, а не отдельно взятых элементов. Цифровой транспорт позволит обеспечить создание единой информационной среды и на базе него создать комплексы и системы, которые объединят в единый технологический процесс все виды транспорта и других участников рынка [1–3].

Наибольшую поддержку со стороны государства получили ИТС развивающиеся в автомобильной отрасли. Активно развиваются системы умного города, которые включают себя множество элементов, управление которых осуществляется через специально созданные ситуационные центры. При этом развитие этих технологий на авто транспорте происходит как в центральной части так и в регионах.

На данный момент на территории Российской Федерации работает 20 информационных порталов городского пассажирского транспорта, создано около 1000 диспетчерских центров, 100 умных остановок и коло 32000 безопасных автобусов. В Новосибирске запущена система диспетчерского контроля и управления городским и пассажирским транспортом, к которой подключены, как муниципальные, так и коммерческие перевозчики. В городе функционирует система «Безопасный автобус», установлено и успешно работает 20 «Умных остановок», которые интегрированы с запущенным ранее информационным порталом работы общественного транспорта. В Кемерово также так же создана единая информационно-навигационная система, к которой подключены все перевозчики, «Безопасный автобус» запущен как пилотный проект. В рамках организации управления дорожным движения созданы системы управления светофорами.

Таблица – Эффекты от внедрения ИТС в автомобильной сфере

Наименование эффекта	Результат,%
Увеличение скорости движения транспортного потока	10-15
Повышения оперативности реагирования бригад скорой помощи	20-25
Снижение расходов на ГСМ	20-25%

На речном транспорте внедрение ИТС позволит снизить расходы на диспетчерский аппарат за счет оптимизации и автоматизации процессов [4].

Примером является ОАО «Московское речное пароходство», которое активно применяет данные системы, как на грузовых, так и на пассажирских перевозках. В регионах судоходные компании пока устанавливают отдельные элементы ИТС, которые необходимы для контроля местоположения и чета расхода топлива [5]. Чтобы провести весь комплекс мер необходимы дотации государства.

Цифровая транспортная система водного транспорта должна состоять из следующих элементов:

– цифровые водные магистрали;
– интеллектуальные порты;
– автономные и полуавтономные суда;
– интеллектуальные логистические центры [6].

Для создания полноценной цифровой экономики необходима серьезная проработка законодательной базы на всех уровнях и создания единого центра управления. В рамках программы «Цифровая экономика» Минтранс России планирует создать единую цифровую платформу транспортного комплекса (ЕЦПТК), основой которой должны стать уже имеющиеся система «Платон» [7], «ЭРА-ГЛОНАСС» и инфраструктура РЖД. ЕЦПТК должна быть запущена к концу 2019 г., а в полную силу заработает в 2022 г.

Основная задача платформы – снижение издержек перевозок и унификация транспортно-логистических решений. Для предоставления регулятору полной и достоверной информации о потребностях игроков рынка в цифровых сервисах, формирование предложений и проектов стандартов безопасного применения цифровых технологий на транспорте и объединение усилий лидеров отрасли для интеграции создаваемых ими решений в единую цифровую платформу транспортного комплекса создана ассоциация «Цифровой транспорт и логистика» (ЦТЛ), в состав которой уже вошли РЖД, «Автодор», «Аэрофлот», «РТ-Инвест Транспортные Системы», «ЗащитаИнфоТранс», «Глосав» и «Деловые линии».

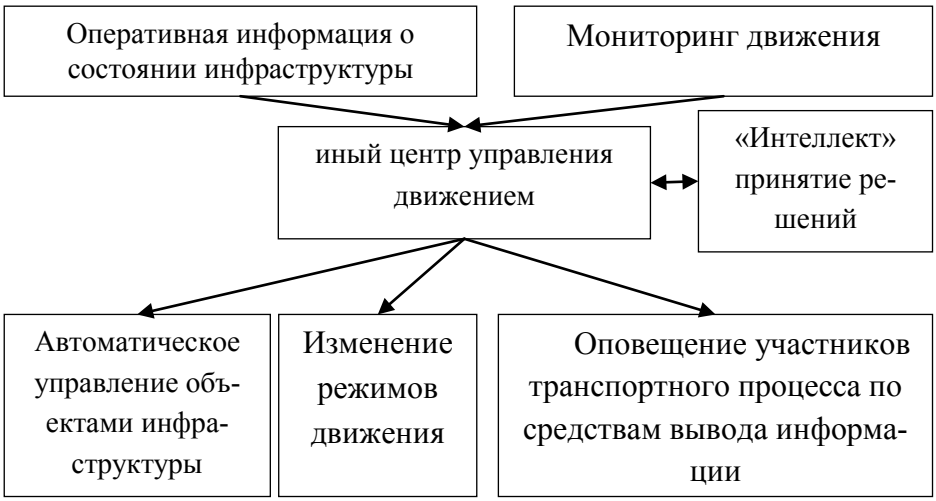


Рисунок – Схема движения информационных потоков в интеллектуальной транспортной среде

ИТС являются драйвером во всех процессах по цифровизации транспортной отрасли. Происходит перестроение системы и вывод ее на более высокий уровень, что позволяет снизить издержки и повысить качество предоставляемых услуг за счет дополнительных функций. Таким образом, у транспортной отрасли есть все шансы стать одной из самых технологически продвинутых в стране. Теперь весь вопрос в том, как реализовать их с наибольшей отдачей.

Список литературы

1. Асаул Н.А. Создание национальной ИТС как задача государственной важности // Транспорт Российской Федерации. 2011. № 4 (35). С. 6–7.
2. Малыгин И.Г., Комашинский В.И., Шаталова Н.В., Асаул А.Н. Когнитивная экономика и транспорт // Технологии построения когнитивных транспортных систем: материалы Всероссийской научно–практической конференции. СПб: ИПТ РАН. 2018. С. 21–29.
3. Комашинский В.И., Шаталова Н.В. Транспортные технологии и глобализация в период 4-й индустриальной революции (проблемы и перспективы) // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2017: материалы Международной научно-практической конференции. СПб: ИПТ РАН. 2017. С. 13–20.
4. Синицын М.Г., Синицын Г.Я., Шарф С.Е. // Показатели эффективности организации транспортного процесса по доставке грузов на притоки магистральных рек. Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. 2018. № 1. С. 54–57.
5. Быков Г.С., Виниченко В.А., Путилова Н.Н. Эффективность речного транспорта в инвестиционных проектах развития Сибири // М-во трансп. Российской Федерации, Федеральное агентство морского и речного трансп, ФБОУ ВПО "Новосибирская гос. акад. водного трансп." Новосибирск. 2012.
6. Масленников С.Н. Логистическое управление грузовыми перевозками на базе воднотранспортных узлов Сибири // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. 2016. № 3–4. С. 21–23.
7. «Платон» – система взимания платы // URL: http://platon.ru.

УДК 629.331

ОБ АКТУАЛЬНОСТИ ЗАДАЧ «ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ» В СФЕРЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Граевский Игорь Станиславович *– аспирант, ассистент кафедры технической эксплуатации транспортных средств*

Черняев Игорь Олегович *– кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой технической эксплуатации транспортных средств*

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Аннотация. Производится анализ текущего состояния системы технической эксплуатации. *Описываются существующие тактики и стратегии. Проводится анализ современных систем передачи информации в автомобиле и оценка объема такой информации. Приводится структура типовой схемы передачи данных с помощью шины CAN. Рассматривается возможность оценки этой информации как «больших данных» и перспективы развития системы* систем технической эксплуатации.

Ключевые слова: система технической эксплуатации,*цифровая экономика, транспортные средства*

ON THE ACTUALITY OF THE DIGITAL ECONOMY PROBLEMS IN THE SPHERE OF TECHNICAL OPERATION OF VEHICLES

Graevsky Igor' S. – postgraduate student, assistant of the technical operation of vehicles

Chernyaev Igor' Ol. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head. Department of Technical Operation of Vehicles

St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

Abstract. The analysis of the current state of the system of tea. Existing tactics and strategies are described. The analysis of modern information transmission systems in the car and the assessment of the amount of such information. The structure of a typical data transfer scheme using the CAN bus is given. The possibility of evaluating this information as "big data" and the development prospects of the TEA system is being considered.

Keywords: the system of technical operation, digital economy, means of transport.

Техническое состояние любых технических объектов, в том числе и транспортных средств (ТС), подвержено изменению. В процессе эксплуатации автомобиля в результате воздействия на него целого ряда факторов (воздействие нагрузок, вибраций, влаги, воздушных потоков, абразивных частиц при попадании на автомобиль пыли и грязи, температурных воздействий и т. п.) происходит необратимое ухудшение его технического состояния, связанное с изнашиванием и повреждением его деталей, а также изменением ряда их свойств (упругости, пластичности и др.). Изменение технического состояния автомобиля обусловлено работой его узлов и механизмов, воздействием внешних условий работы и хранения автомобиля, а также случайными факторами. К случайным факторам относятся скрытые дефекты деталей автомобиля, перегрузки конструкции и т. п.

Основными постоянно действующими причинами изменения технического состояния автомобиля при его эксплуатации являются изнашивание, пластические деформации, усталостные разрушения, коррозия, а также физико-химические изменения материала деталей (старение) [1].

В связи с этим существование систем технической эксплуатации (ТЭ), задача которых, в общем случае (например, без учета ограничений по безопасности), состоит в обеспечении максимального значения коэффициента технической готовности при минимуме затрат, является необходимым условием для нормального функционирования автотранспортного предприятия. В зависимости от вида предприятий и рода их деятельности система технической эксплуатации автомобилей организационно и экономически может выступать в качестве:

– производственной структуры (подсистемы) конкретного предприятия или их объединений (транспортная компания, холдинг, коммерческое автотранспортное предприятие), осуществляющей наряду с перевозками поддержание парка в работоспособном состоянии;

– независимого хозяйственного субъекта, оказывающего платные услуги владельцам разнообразных автотранспортных средств всех форм собственности.

В первом случае главный вклад ТЭА состоит в том, что она обеспечивает подсистему коммерческой эксплуатации предприятия работоспособными и технически исправными транспортными средствами, т.е. обеспечивает саму возможность реализации транспортного процесса. Задачи подсистем коммерческой эксплуатации и управления – наиболее эффективно использовать исправные автомобили, получить доход и рассчитаться с системой ТЭА в соответствии с ее фактическим вкладом в транспортный процесс и полученной прибылью.

Во втором случае, широко распространенном в рыночных условиях, система технической эксплуатации трансформируется в сервисную систему (автосервис) [3].

Существует понятие стратегий и тактик построения систем ТЭ. Е.С. Кузнецов выделяет 3 вида стратегий обеспечения работоспособности:

1) поддержание заданного уровня (интервала) работоспособности – ТО;

2) восстановление утраченной работоспособности – Ремонт (Р);

3) комбинация 1 и 2 стратегий – ТО и Р.

Общепринятой стратегией является комбинация таких видов воздействия на технический объект как ТО и Р. Диагностические работы являются одной из типовых операций при проведении ТО.

Также можно выделить 2 тактики проведения профилактических работ, т.е. доведения автомобиля (агрегата) до нормативного технического состояния:

– по наработке (планово-предупредительная);

– по фактическому техническому состоянию.

Для организации системы ТЭ на практике необходим выбор тактики, ключевым признаком которой является алгоритм принятия решения о выполнении того или иного вида воздействия. Критерии принятия решений существуют в виде нормативов ТЭ. Их перечень зависит от выбранной тактики, а конкретные значения обосновываются для каждого ТС (типа ТС, группы ТС).

Применение конкретной тактики позволяет определить комплекс мероприятий ТЭ для конкретного ТС или парка ТС, т.е. ответить на вопрос что и когда делать для обеспечения заданного уровня технической готовности.

Для реализации этого комплекса мероприятий необходима производственная база и исполнители. Их параметры определяются с помощью методик технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта [3].

Таким образом, процесс организации ТЭ, может быть представлен в виде следующей схемы (рис. 1).

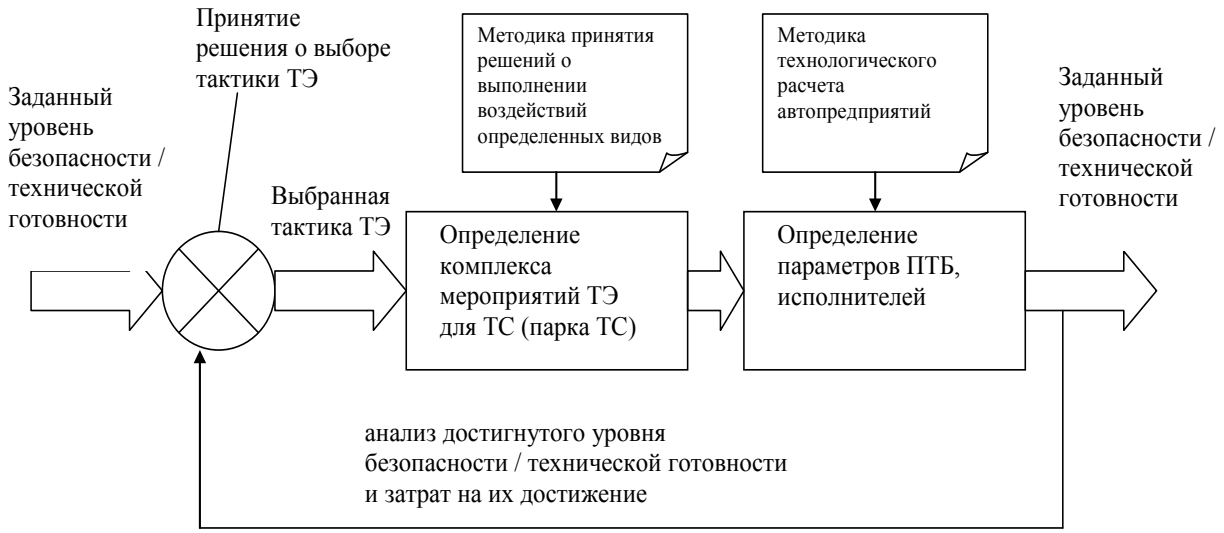


Рисунок 1 – Процесс организации ТЭ

Выбор тактики ТЭ определяется рядом факторов, которые могут быть разделены на две большие группы:

– конструктивные;

– эксплуатационные.

Для описания современных «вызовов» в сфере ТЭ необходимо провести их анализ.

С учетом имеющихся тенденций в современном автомобилестроении, к основным конструктивным факторам укрупнено можно отнести:

– применение альтернативных бензину и дизелю источников энергии (газ, электричество, водород);

– переход от механического и комбинированного управления агрегатами и системами к полностью электронному (by wire);

– внедрение автоматического управления транспортными средствами в процессе движения;

– общее увеличение ресурсов, надежности, безотказности и пр. за счет применения новых материалов.

К эксплуатационным факторам, ранее не проявлявшимся (особенно в Российской Федерации), сегодня относятся:

– эксплуатация ТС в малых парках, значительная доля ТС в собственности физических лиц [2, 5];

– «упразднение» человеческого фактора (режимы движения в перспективе будут задавать системы автоматического управления движением);

– общее увеличение ресурсов, надежности, безотказности и пр. за счет применения новых материалов.

Можно говорить о том, что современное состояние системы технической эксплуатации автомобильного транспорта характеризуется применением в подавляющем большинстве случаев исключительно планово-предупредительной тактики. Но, с учетом указанных тенденций, в том числе «увеличения ресурсов» она требует корректировки.

В литературе встречается описание и второй, но, как правило, с указанием на сложность ее реализации для автомобильного транспорта из-за трудоемкости и высокой стоимости процесса контроля технического состояния. Хотя именно она позволяет избежать проблем, связанных с усреднением – более полно реализовать потенциальный ресурс изделий [3, 6].

Таким образом, с учетом обозначенных факторов, тенденций, можно говорить о:

– необходимости модифицирования и адаптации для современных условий планово-предупредительной тактики ТЭ для парков ТС;

– необходимости более полной проработки тактики ТЭ по техническому состоянию (для индивидуальных ТС или малых парков).

А это ведет, в свою очередь, не только к коррекции, но и, возможно, к разработке новых методик принятия решений о выполнении воздействий определенных видов и технологического расчета автопредприятий.

В этой связи актуальным становится использование современных механизмов анализа данных – так называемых методов data mining.

Покажем, что массив информации, которым оперируют блоки управления современных транспортных средств, имеет все признаки и является, по сути, «большими данными».

В современном автомобиле применяется принцип мультиплексирования, т.е. передачи нескольких потоков данных по одному каналу связи. Данные получаемые от различных датчиков автомобиля представляют собой аналоговый сигнал. Ввиду постоянного увеличения количества датчиков, исполнительных механизмов и блоков, чтобы избежать существенного удлинения электропроводки, а также поддерживать высокую скорость обмена данными аналоговые сигналы с помощью преобразователя в электронном блоке управления преобразуются в цифровые и с помощью шин передачи данных поступают к исполнительным системам. Пример такой схемы представлен на рисунке 2.

Существует несколько протоколов передачи данных (у разных автопроизводителей разные протоколы: J1850, I2C, ABUS, VAN, CAN, CAN FT – тоже, что и CAN, но уровень линии отличается, называется также CAN Low Speed, LIN, CAN TTP, FLEXRAY). Одним из самых популярных является протокол Can (ISO 15765). Данный протокол реализуется по 2 каналам передачи данных: Can H и CAN L – каналам быстрой и медленной передачи соответственно. Канал с высокой скоростью используется в работе системы управления двигателем, в системах активной безопасности и в других важных системах автомобиля требующих мгновенной реакции на изменения условий эксплуатации. Канал низкой скорости, в свою очередь, используется для работы второстепенных систем автомобиля. Топология шины CAN реализованная в автомобиле Volkswagen Phaeton представлена на рисунке 3.

С учетом роста уровня автомобилизации (около 2 млн ТС в СПБ), количества анализируемых параметров (около 40 общедоступных) и частоты их изменения массив данных для анализа причин отказов и принятия решения о постановке на ТО за 1 рабочий день составляет примерно $1{,}152 \cdot 10^{12}$ параметров (для СПб).

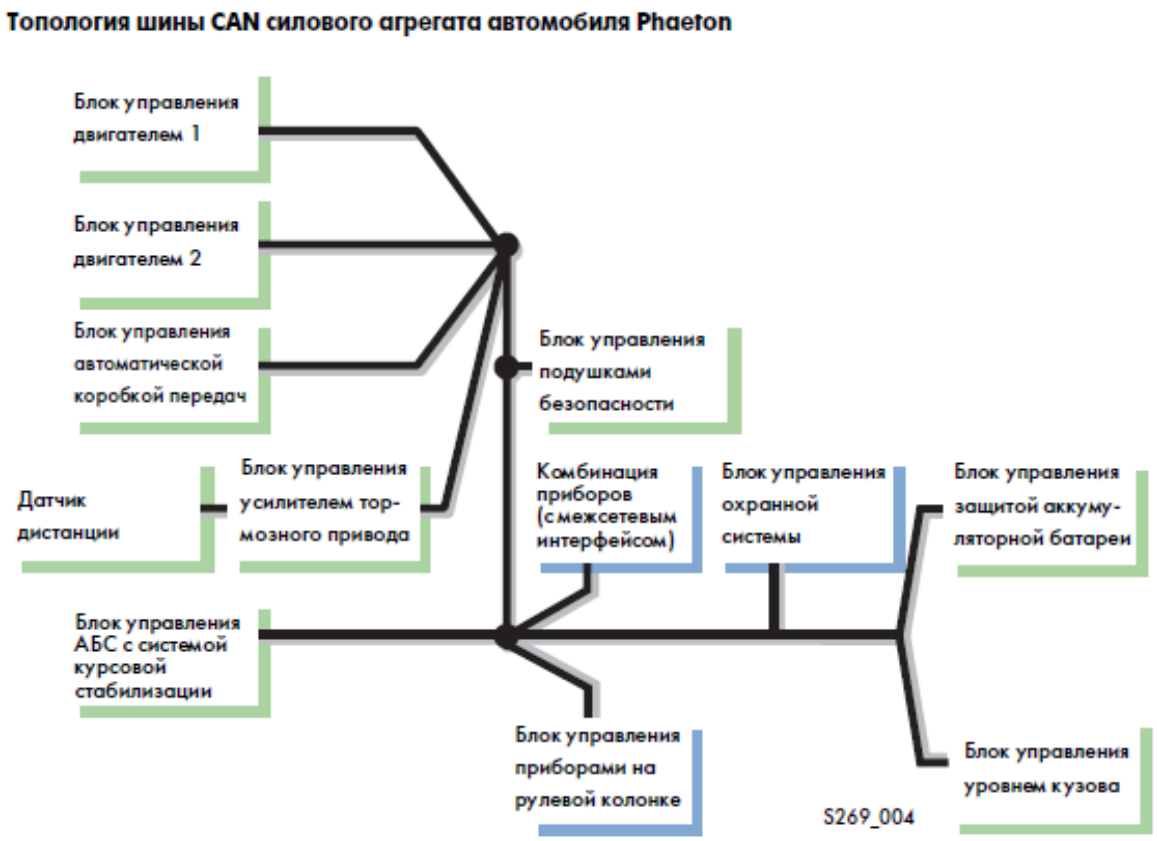


Рисунок 2 – Схема обработки данных

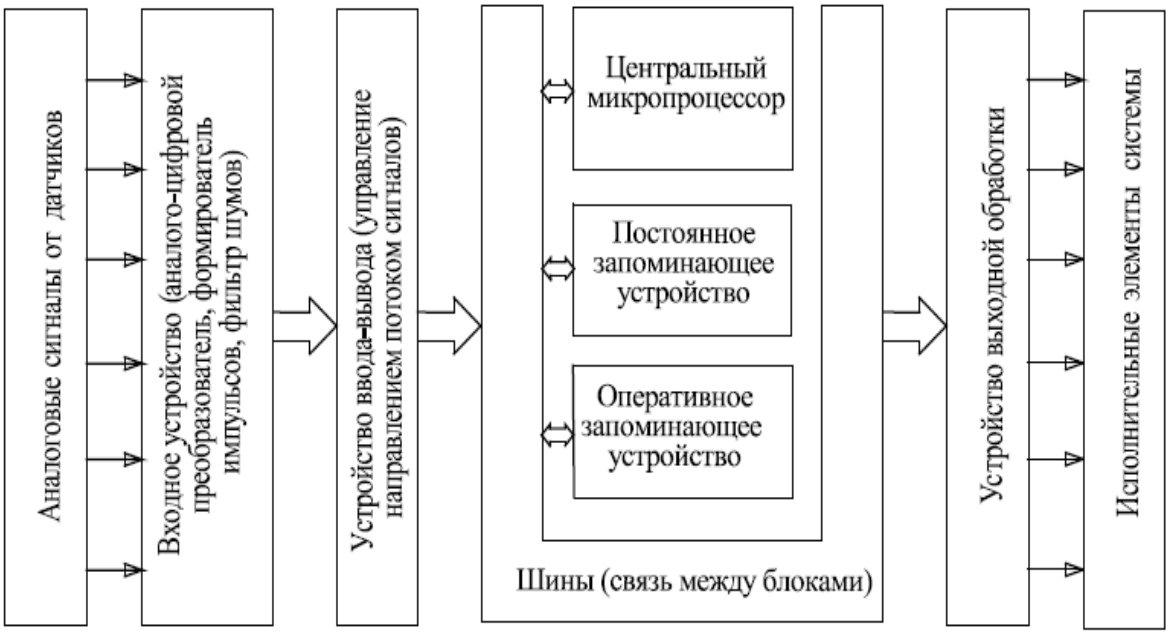


Рисунок 3 – топология шины CAN реализованная в автомобиле Volkswagen Phaeton

Объединенные усилия автопроизводителей и представителей отраслей электронной промышленности (микроэлектроники) приводят к постоянному развитию подвижного состава [7, 8].

Бортовые интеллектуальные системы автомобиля перенимают на себя часть функций водителя-человека:

− движение в режиме «автопилота» (адаптивный круиз-контроль, системы контроля движения в полосе и т.д.);

− взаимодействие с инфраструктурой (система распознавания дорожных знаков);

− обмен данными с другими транспортными средствами.

Ведутся разработки «беспилотных» транспортных средств, управление которыми осуществляется компьютерными системами [9].

Развитие транспортной отрасли и технологий в целом неизбежно приводит к обновлению автомобильного парка. Однако процесс обновления парка происходит медленнее, чем процесс разработки новых ТС, что делает нецелесообразным для производителей решать вопросы о способах продления срока эксплуатации ТС (процесс организации обслуживания перераспределяется в пользу пользователей ТС).

Внедрение интеллектуальных систем в процессы управления автомобилем усложняет систему ТЭ – для поддержания высокого уровня безопасности дорожного движения необходимо учитывать, помимо технического состояния, новые факторы: проблемы обновления программного обеспечения, компьютерные вирусы и т.д. [10].

Для решения озвученных проблем необходима разработка и внедрение методик, алгоритмов и механизмов анализа цифровых данных в системе ТЭА. В ряде статей описываются разработки и исследования в этой области.

Список литературы

1. Изменение технического состояния автомобиля в процессе эксплуатации, понятие надежности. [Электронный ресурс] URL: http://ffara.ru/9/42-91.html (Дата обращения 14.10.2018).

2. Техническая эксплуатация автомобилей Учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности "Автомобили и автомоб. хоз-во" направления подгот. дипломир. специалистов "Эксплуатация назем. трансп." / [Е.С. Кузнецов, А.П. Болдин, В.М. Власов и др.]; Под ред Е. С. Кузнецова. Москва, 2004. (4. изд., перераб. и доп.).

3. Напольский Г.М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания. М., Изд. «Транспорт». 1993.

4. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий как средство повышения безопасности дорожного движения / Н.И. Веревкин, И.О. Черняев, Е.В. Лаврентьев // Транспорт Российской Федерации. 2015. № 1 (56). С. 52–55. Официальный сайт ГИБДД. [Электронный ресурс] URL: https://xn--90adear.xn--p1ai/r/78/ (Дата обращения 11.11.2018).

5. Емелин Н.М. Отработка систем технического обслуживания летательных аппаратов [Текст]: монография / Н.М. Емелин. М.: Машиностроение. 1995. 125 с.

6. Знаемский С. Автопром 2.0. Как IT-индустрия изменит автомобили в 2016 году? [Текст] // Авторевю. 2016. № 1. С. 2.

7. Sichitiu, M.L., & Kihl, M. (2008). Inter-vehicle communication systems: A survey. IEEE Communications Surveys and Tutorials, 10(2), 88-105. doi:10.1109/COMST.2008.4564481.

8. Кузьмина В. Беспилотные автомобили: уже не фантастика! [Текст] / В. Кузьмина // Автомобильный транспорт. 2016. № 7. С. 2–15.

9. Koscher K., Czeskis, A., Roesner F., Patel S., Kohno T., Checkoway S., . . . Savage S. (2010). Experimental security analysis of a modern automobile. Paper presented at the Proceedings - IEEE Symposium on Security and Privacy, 447–462. DOI:10.1109/SP.2010.34.

УДК 159.9

ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЕКТОВ И СИСТЕМ

Щукина Мария Алексеевна *– доктор психологических наук, заведующий кафедрой общей, возрастной и дифференциальной психологии*

Санкт-Петербургский государственный институт психологии и социальной работы

Аннотация. Привлечено внимание к возможностям психологической методологии в комплексной экспертизе транспортных проектов и систем. Обсуждаются примеры обнаружения психологических факторов организации транспортного поведения и принятия решений участниками дорожного движения.

Ключевые слова: транспорт, передвижение, психология, оценка, эффективность, экспертиза, прогнозирование.

THE CAPABILITY OF PSYCHOSEMANTICS IN THE EVALUATION OF TRANSPORT SYSTEMS (ON EXAMPLE OF ST. PETERSBURG)

Shchukina Mariia Al. – Sc.D. (psychology), Head of Department of the general, developmental and differential psychology

St. Petersburg state institute of psychology and social work

Abstract. Attention was drawn to the possibilities of psychological methodology in a comprehensive examination of transport projects and systems. Examples of the detection of psychological factors in the organization of transport behavior and decision-making by road users are discussed.

Keywords: transport, movement, psychology, assessment, efficiency, expertise, forecasting.

Психология, включая ее специализированные отрасли Traffic Psychology, Transport Psychology и Transport Biheivior, помогает решать широкий круг прикладных задач в сфере транспорта:

− диагностика функциональных состояний водителей, машинистов и пилотов;

− применение психологических знаний о функционировании внимания и восприятия при разработке и установке дорожных знаков, указателей, нанесении разметки, разработке эргономичных приборных панелей и систем управления транспортом;

− разработка психологически обоснованных программ формирования культуры вождения, профилактики травматизма на транспорте, развития мотивации безаварийного вождения участниками дорожного движения и др.

При этом стоит обратить внимание на то, что недостаточно используется потенциал психологических знаний и средств в проектной и экспертной деятельности на транспорте. Психологические методы могут шире встраиваться в процедуры моделирования работы транспортных систем для определения эффективности распределения транспортных потоков, решения задач социальной ориентированности транспортных систем, прогнозирования востребованности внедряемых средств передвижения, обнаружения конфликтогенных составляющих транспортных проектов и их нейтрализации. Ожидания, мотивация, впечатления, представления и оценки удовлетворенности участников передвижения на разных видах транспорта, проектировщиков, строителей и обслуживающих транспортные системы лиц, сотрудников дорожной и транспортной полиции – все это предмет исследования и заботы психологической науки, способной раскрыть возможности и чаяния человека как основного создателя и пользователя транспорта. Приведем примеры такого рода психологических исследований.

Кочетовой Т.В. обращено внимание на материале анализа транспортных проблем Москвы, как непродуктивно и недальновидно для развития региона игнорирование человеческого фактора при разработке траекторий развития [1]. В настоящее время, когда в столице происходит переход с парадигмы «город для инвестиций» к парадигме «город для жизни» становится востребованным экспертное суждение психологов о благоприятности транспортной среды, о ее соответствии нуждам жителей и гостей города, о прогнозируемом принятии жителями различных транспортных проектов.

В исследовательском проекте [2] раскрыта роль психологических факторов в выборе велосипеда как основного вида транспорта для передвижения по городу. Результаты исследования, основанные на данных конфирматорного факторного анализа и моделирования структурными уравнениями, позволили обнаружить, что позитивные установки, воспринимаемое социальное одобрение и ожидаемые положительные эмоции от езды на велосипеде, частота езды на велосипеде в прошлом ведут к большему желанию использовать велосипед для ежедневных поездок; а желание ездить на велосипеде и частота езды на велосипеде в прошлом позитивно влияют на намерение использовать велосипед для ежедневных поездок, тогда как воспринимаемые поведенческий контроль (т. е. воспринимаемая трудность реализации такого поведения) влияет на намерение использовать велосипед негативно.

В нашей работе [3] на материале психосемантического исследования восприятия передвижения на различных видах транспорта и в различных условиях в сознании жителей Санкт-Петербурга показано, что для опрошенных при оценке передвижения наибольшей важностью обладают пять факторов: комфорт, лёгкость, доступность и безопасность, уединённость, температурная оценка передвижения. Распределение оцениваемых объектов в пространстве выделенных факторов позволяет дать объяснение целому ряду явлений транспортной жизни мегаполиса, среди которых:

− рост популярности двухколесного транспорта (самокат/велосипед), который по оценкам опрошенных находится в позитивном поле по факторам комфортности, доступности и обеспечения лёгкости перемещения по городу;

− рост востребованности услуг такси, перемещение на котором в сознании респондентов ближе всего к преимуществам движения на личном автомобиле, создавая пассажиру ощущение уединенности и чистоты, удобства и оперативности движения;

− падение в общественном сознании рейтинга передвижения на частных маршрутных такси, которые не имеют преимуществ перед иными видами наземного общественного транспорта, а в дополнение к этому уступают ему по степени воспринимаемой безопасности;

− рост продаж автомобилей и затрудненное осуществление проектов по привлечению автовладельцев к пользованию общественным транспортом, который расценивается как менее комфортный, хотя и более финансово доступный и безопасный, что позволяетс сделать вывод: для обеспечения привлекательности общественного транспорта (особенно наземного) необходимо ощутимо повысить степень его конкурентности с автомобильным транспортом за счет повышения оптимальности трафика, а также приблизить его к автомобилям по степени эстетичности, чистоты, температурного комфорта и числу доступных пассажирских мест для обеспечения комфортной зоны приватного пространства в ходе передвижения.

Таким образом результаты психологических исследований показывают, что методы психологии являются перспективным исследовательским инструментом в поле изучения общественного сознания, связанного с оценками функционирования транспортной системы мегаполиса. Они могут применяться при работе с различными группами владельцев, пользователей и разработчиков путей и средств передвижения для выявления зон социальной напряженности в транспортной сфере, для разработки траекторий развития транспортной инфраструктуры и для оценки дискуссионных транспортных проектов: строительства платных и скоростных автомагистралей, расширение сети велодорожек и выделенных полос для общественного транспорта, увеличение числа пешеходных зон и др.

Список литературы

1. Кочетова Т.В. «Traffic Psychology»: от фрагментарных исследований к комплексным решениям прикладных задач транспортных проблем // Социальная психология и общество. 2011. № 2. С. 89–99.

2. Прозорова К.В., Григорян Л.К. Социально-психологические детерминанты использования велосипеда как основного вида транспорта в российском контексте: проверка модели целенаправленного поведения // Социальная психология и общество. 2016. Том 7. № 1. С. 123–139. DOI:10.17759/sps.2016070109.

3. Щукина М.А., Крайнюков С.В. Психосемантический анализ представлений жителей Санкт-Петербурга о транспортной системе города // Ученые записки Санкт-Петербургского государственного института психологии и социальной работы. 2018. № 1. С. 27–35.

УДК 004:656

К ВОПРОСУ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ В ЦИФРОВУЮ ЭРУ ТРАНСПОРТА

Виниченко Виктория Александровна *– кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики транспорта и финансов*

Синицын Михаил Геннадьевич *– старший преподаватель кафедры управления работой флота*

ФГБОУ ВО Сибирский государственный университет водного транспорта

Аннотация. Вопросы транспортной безопасности являются жизненно важными. С развитием и проникновением цифровых технологий в транспортную отрасль под угрозой оказались многие компании, вовлеченных как в систему электронного документооборота, так и в автоматизированные навигационно-информационные системы. Международные логистические операторы, подвергшиеся хакерским атакам, оказываются парализованы. Целью работы является изучение нормативно-правовых актов в сфере информационной безопасности. Рассмотрены ключевые индикаторы подпрограммы «Информационная безопасность». Сделаны выводы о невозможности создания прочной киберзащиты без тесного взаимодействия Министерства транспорта и Министерства науки и высшего образования Российсской Федерации.

Ключевые слова: интеллектуальные транспортные системы, цифровизация, безопасность, дестабилизация, кибератаки, цифровая эра транспорта.

THE ISSUE OF SECURITY IN THE DIGITAL ERA TRANSPORT

Vinichenko Victoria Al. – Ph.D. (Economy), associate Professor of transport and Finance Economics Department

Sinitsyn Michael G. – senior lecturer of the Department of Management of the fleet

Federal State Financed Educational Institute of Higher Education Siberian State University of Water Transport

Abstract. Transport security Issues are vital. With the development and penetration of digital technologies in the transport industry under threat were many companies involved in the electronic document management system and automated navigation and information systems. International logistics operators that have been subjected to hacker attacks are paralyzed. The aim of the work is to study the legal acts in the field of information security. The key indicators of the subprogram "Information security"are considered. Conclusions about the impossibility of creating a

strong cyber defense without close cooperation between the Ministry of transport and the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation.

Keywords: intelligent transport systems, digitalization, security, destabilization, cyber attacks, digital era of transport.

По мере развития цивилизации, техники и технологий, возрастает величина риска. Для транспортных предприятий особо важно контролировать ключевые факторы, отвечающие за безопасность – политические, технологические, финансовые, инвестиционные. Особо важными становятся вопросы безопасности: сегодня сюда включаются не только аспекты безопасности дорожного движения, пожаро-, электробезопасности, экологической защиты и пр. Приоритетное значение принимает вопрос об обеспечении информационной безопасности.

В результате третьей индустриальной революции началась цифровизация на транспорте. Сопровождается она прогрессом в области информационных, телекоммуникационных и компьютерных технологий. Однако с течением времени, продолжительность каждого из последующих технологических укладов сокращается. На пороге четвертая индустриальная революция, еще более усиливающая акцент на технологиях получения знаний и применения их посредством специальных технических систем, получивших название искусственных когнитивных технических систем [1, 2].

«Цифровая эра транспорта» – ассоциация, созданная для развития цифровых технологий на транспорте, однако, словосочетание уже успело стать клише, обозначающим грандиозные перемены, предстоящие в транспортной системе всего мира. То, что раньше было фантастикой, сегодня стало реальностью, зачастую дополненной виртуальной.

В некоторых локальных зонах функционируют беспилотные автомобили. Такими участками являются аэропорты, территории больших гостиничных комплексов. Успешно показали себя беспилотники еще при проведении олимпийских игр в Сочи. Постепенно человеческие жизни начинают доверять машинам. Пионерами отрасли являются российские компании. Заказ одной из компаний, являющихся мировым лидером по производству программного обеспечения для беспилотных машин на ближайшие 1,5 года – 22 миллиона экземпляров. К примеру, численность одного из наиболее крупных федеральных округов России – Сибирского почти 20 млн. человек. Даже не принимая внимания факт наличия несовершеннолетних, это колоссальная цифра.

Однако, безопасность беспилотников по-прежнему является предметом научной полемики. Даже если предположить, что 22 млн. автомобилей одномоментно остановятся, что это вызовет как минимум транспортный коллапс.

Не менее спорной технологией будущего является инновационная система,, представляющая собой предварительно напряженную рельсо-струнную эстакаду и рельсовые автомобили на стальных колесах. Производители заявляют беспрецедентную безопасность и рациональное использование земли и ресурсов. Сводится к минимуму наносимый транспортом вред окружающей среде, так как система использует для своего питания электроэнергию. Сейчас идет процесс сертификации подвижного состава и разработка специальных технических условий на этот вид транспорта [3].

Однако, такие проекты носят локальный характер и применяются с опаской. Более массовый характер носят мероприятия, регламентированные федеральным законом 16-ФЗ от 09.02.2007 «О транспортной безопасности». В соответствии с которым, целями обеспечения транспортной безопасности являются:

– устойчивое и безопасное функционирование транспортного комплекса;

– защита интересов личности, общества и государства в сфере транспортного комплекса от актов незаконного вмешательства.

К транспортным компаниям приходит осознание необходимости перехода на цифровой уровень. Те компании, которые не смогут осуществить своевременный переход к новым параметрам взаимодействия в потребителями транспортных услуг станут цифроколониально зависимы от создателей цифровых решений [4].

В этой связи, возникает двоякая ситуация – безопасность на транспорте гораздо проще обеспечить, когда есть «умные помощники» – интеллектуальные транспортные системы (далее – ИТС). Они помогут отследить ситуацию на транспортных магистралях, обнаружить опасность, известить о ней, исключив, таким образом, возможную аварийную ситуацию. Но, вопреки всему – именно ИТС становятся источником повышенной опасности. Несмотря на многочисленные перспективы, открывающиеся в цифровую эру транспорта, всеобщая информатизация стала серьезным испытанием как для государства, так и для бизнеса. Остро встает вопрос о безопасности при использовании новых способов получения, хранения и передачи информации.

Эксперты бьют тревогу – темп цифровизации промышленных инфраструктур значительно превышает скорость построения защиты. За последние пять лет количество кибератак выросло почти в 40 раз.

Как фиксируют аналитические агентства, каждая пятая кибератака приходится на государственные структуры – ведомства и министерства. Одной из причин может служить обостренная внутренняя и внешняя ситуация на политической арене. При этом, существует и ряд других причин (рис. 1).

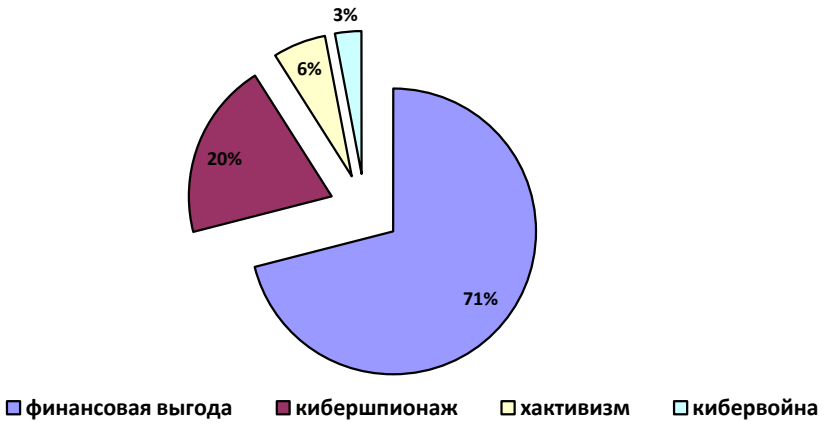


Рисунок 1 – Причины возникновения кибератак

Наиболее опасна и затрагивает непосредственно транспортную отрасль кибервойна – нанесение ущерба в политических интересах той или иной страны. Во-первых, это отрасль, где зачастую перевозки носят массовый характер. Во-вторых, отрасль капиталоемка и при разрушении объектов инфраструктуры быстро восстановить ее не получится, парализовав тем самым, объект атаки.

Например, в июне 2017 года датская компания A.P. Moller-Maersk, которая является крупнейшим в мире оператором судов-контейнеровозов была парализована в результате хакерской атаки. К решению вопроса подключилось даже правительство страны [5].

Воздушное пространство тоже не является исключением: атака вредоносного ПО на энергетические системы аэропорта в Киеве (2016 г.), отказ системы паспортного контроля в аэропорту Стамбула (2013 г.). В этом ряду и атаки на службы наземного обслуживания 10 европейских аэропортов. Среди них международный аэропорт Дубай – кража критически важных данных (2013 г.), аэропорт в США был объявлен целью хакеров из Tunisian Hackers Team, атаки на 2 крупнейших аэропорта во Вьетнаме (2016 г., http://transportrussia.ru/item/4220-est-li-zashchita-ot-kiberatak.html).

Значительная доля среди причин у финансовой выгоды стала более доступна для хакеров еще и потому, что созданный ажиотаж вокруг криптовалюты позволил легко и безнаказанно вымогать деньги у компаний в биткойнах.

Масштаб и системность защиты отечественных объектов определены Федеральным законом «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации» и постановлением Правительства РФ «Об утверждении Правил категорирования объ-

ектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации, а также Перечня показателей критериев значимости объектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации и их значений», которое еще не вступило в силу.

В плане мероприятий по направлению «Информационная безопасность» программы «Цифровая экономика Российской Федерации», утвержденным Правительственной комиссией по использованию информационных технологий для улучшения качества жизни и условий ведения предпринимательской деятельности предусмотрено значительное увеличение размеров финансирования (табл.).

Таблица – Финансирование подпрограммы «Информационная безопасность» программы «Цифровая экономика в РФ», млн руб.

Источники финансирования	Годы			
	2018	2019	2020	2021
Бюджетные средства	5667	8868	7798	22333
Внебюджетные средства	2660	4180	4870	11710
Итого:	8327	13048	12668	34043

Надо отметить, что доля внебюджетных средств за рассматриваемый период выросла с 47 до 63%. При этом, эксперты замечают, что финансирование вливания не являются панацеей от кибератак. Источником угрозы могут сложить экономные партнеры – как грузоотправители, так и грузополучатели.

Государственная программа, упомянутая выше, рассчитана на период до 2024.

Задачи направления «Информационная безопасность» представлены на рисунке 2.

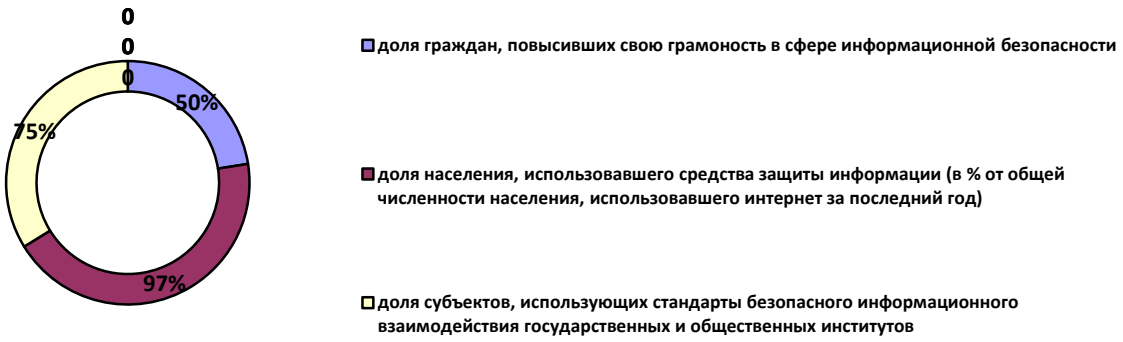


Рисунок 2 – Значения ключевых индикаторов направления «Информационная безопасность», которые планируется достигнуть к 2024 году

Самое низкое значение из рассматриваемых индикаторов – грамотность, а ведь это является едва ли не самым приоритетным направлением. Сегодня многие транспортные компании испытывают настоящий кадровый голод, ведь нет специалистов, которые позволят обеспечить киберзащиту транспортных систем.

Потенциал для развития научного направления киберинформатики тоже невелик – страна переживает период массового закрытия диссертационных советов. Если совет не закрывается, то его приостанавливают в связи с несоответствием требований членов совета. А требования выдвигаются зачастую непосильные. Одно из таких – наличие обязательных публикаций в изданиях, индексируемых в международной системе цитирования Scopus. Зачастую публикации платные – приравненные к величине трех, а то и четырех прожиточных минимумов, установленных законодательно на территории РФ. Период опубликования ста-

тьи может длиться и более года. Пока молодые кадры ищут возможности для приведения себя к требованиям научного мира, хакеры целенаправленно бьют по целям.

Горько только то, что все массовые аварии, когда-либо случившиеся на транспорте, можно было предотвратить.

Список литературы

1. Малыгин И.Г., Комашинский В.И., Аванесов М.Ю., Асаул А.Н. Концептуальные подходы к построению интеллектуальной мультимодальной транспортной системы // Научно-технический журнал «Информация и космос». 2016. № 3. С. 8–17.
2. Шаталова Н.В. Развитие транспортной отрасли как основополагающей при решении проблем стратегического и экономического характера // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. 2017. Т. 1. С. 230–233.
3. Каштанов Н.Н., Курьяков И.А. Подходы к управлению предпринимательскими рисками // Сибирский торгово-экономический журнал. 2012. № 15. С. 18–21.
4. Белоногов А.А., Виниченко В.А., Григорьев Е.А. Цифровизация российского предпринимательства // Финансовая экономика. 2018. № 5. С. 1054–1056.
5. Бунеев В.М., Сидунова М.В., Синицын М.Г. Организационно-методический механизм формирования и функционирования воднотранспортных систем // Производственный менеджмент: теория, методология, практика. 2016. № 7. С. 48–52.

УДК 681.5

ВОПРОСЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ НА ТРАНСПОРТЕ

Черных Андрей Климентьевич *– доктор технических наук, профессор кафедры переподготовки и повышения квалификации специалистов*

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Аннотация. Предложен подход, реализующий, с использованием информационных технологий геоинформационной системы, повышение оперативности реализации программных комплексов автоматизированных систем на транспорте. Рассмотрены математическая модель и алгоритм, реализующие указанный подход. Приведён конструктивный пример, иллюстрирующий теоретические положения статьи.

Ключевые слова: транспорт, информационные системы, автоматизированная ситема, эффективность, управленческие решения.

QUESTIONS OF USING GEOINFORMATION SYSTEMS IN AUTOMATED SYSTEMS ON TRANSPORT

Chernykh Andrey Kl. – doctor of technical sciences, professor of the department of retraining and advanced training of specialists

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

Abstract. The article proposes an approach that implements, using information technology geographic information system, increasing the efficiency of the implementation of software systems of automated systems in transport. The mathematical model and the algorithms that implement this approach. A constructive example is given to illustrate the theoretical framework of the article.

Keywords: transport, information systems, automated system, efficiency, management decisions.

Оперативность и качество решения комплексов задач управления, реализующих, как поддержание работоспособности, так и обеспечение защищенности объектов инфраструктуры железнодорожных дорог, базируется на основе применения автоматизированных систем (АС) органов государственного и военного управления Российской Федерации (ОАО «Российские железные дороги», Министерство обороны РФ, Министерство транспорта России) [1].

Особенно актуальными становится решение указанных задач в условиях крупных чрезвычайных ситуаций, а также возможных террористических угроз на железнодорожном транспорте.

Управление восстановлением объектов инфраструктуры железных дорог представляет собой трудоемкую и достаточно сложную и задачу [2–4]. Поэтому использование в этом процессе инструментария геоинформационных систем (ГИС), позволяющего существенно повысить оперативность и обоснованность управленческих решений, направленных на восстановление железнодорожных объектов, является, по нашему мнению, актуальной задачей.

Отметим, что вопросам оценки эффективности принимаемых решений на восстановление разрушенных железнодорожных объектов посвящена публикация [5].

Так, например, использование инструментов анализа близости и анализа наложения ГИС [6] позволяет определять, в рамках выработки решения на восстановление транспортных объектов применительно к инфраструктуре железных дорог: количество и типы искусственных сооружений; минимальные расстояния между разрушенными объектами и восстановительными организациями; а также рациональные (оптимальные) обходы разрушенных объектов.

Вышесказанное свидетельствует о необходимости использовать в рамках выработки решения на восстановление транспортных объектов инструментов ГИС, позволяющих осуществлять обмен информацией электронных карт с базами данных математических моделей, расчётных и информационных задач, реализуемых в АС.

Одной из важнейших задач создания эффективных АС является сокращение времени предоставления информации с помощью вычислительных комплексов лицам, принимающим управленческие решения [7]. Учитывая тот факт, что в выработка управленческих решений в сложных АС является результатом решения совокупности автоматизированных задач, решаемых в разных узлах системы, можно сделать вывод, что общее время предоставления информации из баз данных (БД) в АС складывается из составляющих продолжительностей предоставления информации из БД во всех узлах системы. Эффективная АС в этом случае должна обеспечивать минимизацию суммарного времени решения всех задач в системе.

Формальную запись указанного свойства АС можно представить в виде следующей математической модели:

$$T = \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} t_{ij} x_{ij} \to min, \tag{1}$$

при ограничении

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} k_{ij} = n, \tag{2}$$

где t_{ij} – время решения i-й задачи в j-м узле вычислительной сети АС; x_{ij} – номер решаемой задачи; $I = \{ i : i = 1,2,...,|I| \}$ – множество задач реализуемых в вычислительной системе, шт.; $J = \{ j : j = 1,2,...,|J| \}$ – множество узлов вычислительной системы, шт.; k_{ij} – количество решений i-й задачи в j-м узле вычислительной системы АС, шт.; n – количество задач, которые должны быть решены в вычислительной системе АС, шт.

Рассмотрим возможности по сокращению продолжительности автоматизированной реализации задач в АС транспортного обеспечения. В качестве примера применения инстру-

ментов ГИС возьмём комплекс задач расчёта срока восстановления поврежденного или разрушенного железнодорожного объекта. При этом считаем, что объект, вышел из строя в результате террористического акта или чрезвычайной ситуации.

Алгоритм реализации указанного комплекса задач имеет следующий вид.

Этап 1. Выполнение определения характеристик объекта, реализующее следующие операции:

а) классификацию объекта (его вид, тип и другие, необходимые для его восстановления характеристики);

б) классификацию способов и условий восстановления разрушенных объектов, включая: ширину, уровень воды и скорость течения рек.

Этап 2. Расчет потребностей в силах и средствах привлекаемых для восстановления железнодорожного объекта строительно-восстановительных организаций (с учетов их производственных возможностей), заключающихся в реализации трёх основных операций, включающих расчет:

а) потребностей в строительно-восстановительных материалах и конструкциях. В рамках операции производиться определение возможностей заготовки из местных материалов, а также сроков доставки этих материалов к месту проведения восстановительных работ;

б) оптимальных сроков прибытия строительно-восстановительных организаций к поврежденному или разрушенному железнодорожному объекту;

в) для всех, выделяемых для восстановления железнодорожного объекта строительно-восстановительных организаций, их производственных возможностей.

Этап 3. Многовариантные расчёты срока восстановления объекта (две операции):

а) выбор оптимального (рационального) варианта восстановления объекта:

–по имеющимся проектным решениям;

– по вновь разработанным проектным решениям (данные: условия восстановления, наличие строительно-восстановительных организаций и строительных материалов);

б) проведение многовариантных расчётов срока восстановления объекта.

В рамках представленного алгоритма, укажем операции, при выполнении которых используется информация, полученная с электронных карт:

этап 1, операции а) и б) – в полном объёме;

этап 2, операция б) – в полном объёме; операция а) – в части, касающейся исходных данных по характеристикам грунтов, характеру местности, если таковые имеются на электронной карте;

этап 3 – задействуется при необходимости разработки проектных решений по восстановлению объекта.

На рисунке 1 представлен пример, в рамках которого реализуется автоматизированное считывание, в интересах задачи расчета железнодорожного участка (трассы) обхода разрушенного объекта, из состава существующего программного комплекса, исходных данных о характеристиках местности. Следует подчеркнуть, что при использовании ГИС в программных модулях, необходим тщательный контроль исходной информации. В рамках контроля должны выдаваться сообщение-предупреждение (рис. 2) и графическое приложение, иллюстрирующее это сообщение-предупреждение (рис. 3). Учитывая тот факт, что информация с электронной карты может автоматически заноситься в БД расчетных задач АС уже на этапе формирования на электронной карте необходимых исходных данных (например, при нанесении на электронную карту условного обозначения моста, подлежащего восстановлению и привязкой его к базе данных расчётных задач, считывание перечисленной выше информации происходит автоматически), а не в процессе решения задач АС, можно добиться существенного (в 1,5-2 раза, в зависимости от объёма обрабатываемой информации) сокращения времени, необходимого для ввода исходных данных в БД для каждого узла.

В зависимости от масштабов вычислительной сети, объемов проводимых вычислений и обрабатываемой информации, применения оптимизирующих технологий расчёта – эффективность, в части, касающейся оперативности решения комплексов задач, повышается [7].

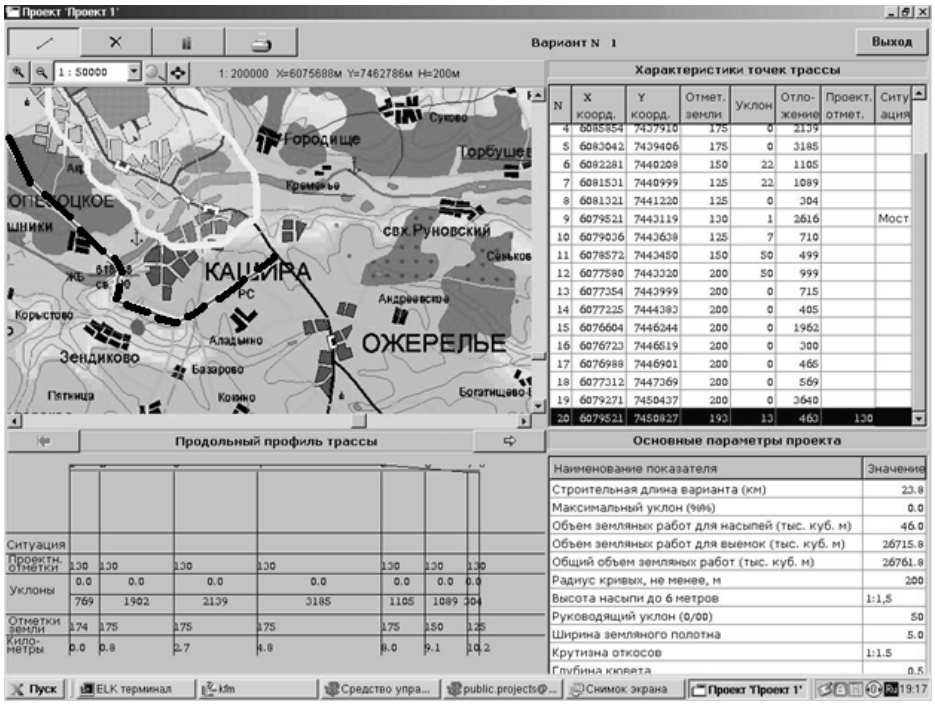


Рисунок 1 – Фрагмент компьютерной программы автоматизированного формирования трассы обхода

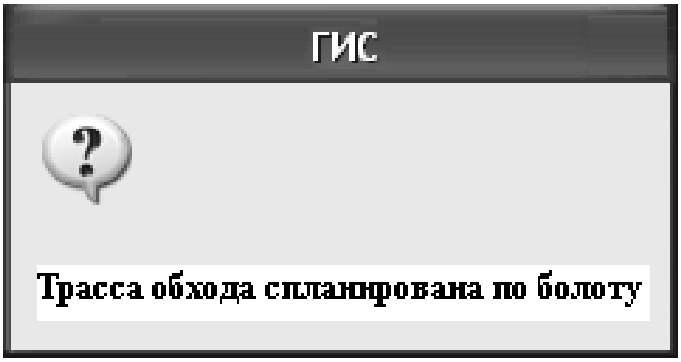


Рисунок 2 – Сообщение-предупреждение

Рисунок 3 – Вариант восстановления движения (пунктирная линия)

Рассмотрим механизмы реализации взаимодействия приложений (задач) с электронными картами посредством ГИС.

Отметим, что современные ГИС предоставляют широкий спектр функций по доступу и обработке пространственных данных для приложений, связанных с проведением расчётов. Однако можно выделить следующие базовые сервисы, в общем виде реализуемые ядром

ГИС: предупреждающий сервис, поисковый сервис, общий сервис, сервис визуализации, сервис выполнения расчетов.

Совокупность сервисов ядра ГИС, реестра пространственных данных, механизмов контроля выполнения ГИС-приложений (прикладных сервисов) представляет ГИС-сервисную шину, взаимодействующую с единой сервисной шиной информационной системы. Введение дополнительных возможностей по защите, транспорту, администрированию, поддержке жизненного цикла сервисов, реализованных в единой сервисной шине, позволяет принципиально по другому организовать взаимодействие приложений с ГИС и обеспечить получение семантических данных, связанных с пространственными данными.

На примере ГИС «Горизонт», эффективная работа приложений посредством ГИС-сервисной шины достигается за счёт использования разработанного в данной ГИС языка, обеспечивающего доступ к функциям ядра посредством интерпретации синтаксических конструкций языка XML [6].

В рамках указанной возможности, для разрабатываемых приложений могут реализовываться функции: пространственного анализа данных, ввода-вывода данных, а также необходимые расчетные функции. Из состава приведенных «интегральных» функций необходимо использовать: функции, определяющие геометрические размеры рельефа местности в интересах последующего проведения, земляных, путевых и мостовых работ на разрушенных объектах; функции решения задач определения оптимальных путей на железнодорожной сети, а также функции работы с данными электронной карты.

В качестве заключения отметим, что разработка математических моделей, расчётных и информационных задач АС, информационно совместимых с ГИС, является, в настоящее время, актуальным направлением развития автоматизированных и информационно – расчетных систем. При этом ГИС-технологии реализуют сокращение продолжительности и трудозатрат обработки данных и позволяют обеспечить визуализацию информации, используемой в АС транспортного обеспечения.

Список литературы

1. Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года, утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 июня 2008 г. № 877-р.

2. Ложечников Г.А., Низов А.С., Попов Д.И. Организация восстановления железных дорог: учебник. СПб.: ВА МТО. 2014. 302 с.

3. Черных А.К. Теоретические положения концепции моделирования системы восстановления железных дорог в условиях чрезвычайных ситуаций // Транспорт России: проблемы и перспективы - 2015: материалы Юбилейной Международной научно-практической конференции, 24-25 ноября 2015 г. Санкт-Петербург. Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко РАН. 2015. С. 99–103.

4. Маслаков М.Д. Об оценке срока выполнения одного класса комплексных работ на связных множествах объектов на основе математического моделирования / М.Д. Маслаков, А.К. Черных // Проблемы управления рисками в техносфере. 2014. № 1 (29). С. 73–80.

5. Flegontov A.V., Chernykh A., Klykov P. The evaluation of the efficiency of control systems for organizational systems: Proceedings of the International Conference «Stability and Control Processes in Memory of V.I. Zubov (CSP 2015)», Russia, Saint Petersburg, 5-9 october 2015.

6. Мусатов А.А. Технологии решения прикладных задач в ГИС «Горизонт»: материалы XIV Всероссийского форума «Рынок геоинформатики в России. Современное состояние и перспективы развития». М. 2007. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.gisa.ru /38361.html.

7. Шабанов А.П. Методы и модели и технические решения по повышению эффективности функционирования вычислительных комплексов и компьютерных сетей: дис. д-ра техн. наук: 05.13.15 / Шабанов Александр Петрович. – М: Институт проблем информатики РАН, 2012. 300 с.

УДК 623.6: 355.415

О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ ТРАНСПОРТНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВС РФ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ ИХ РАЗВИТИЯ

Аксёнкин Виталий Иванович *– кандидат военных наук, начальник научно-исследовательского отдела*

Золотарёв Михаил Леонидович *– кандидат военных наук, старший научный сотрудник, старший научный сотрудник научно-исследовательского отдела*

Краснов Василий Сергеевич *– кандидат военных наук, старший научный сотрудник, старший научный сотрудник научно-исследовательского отдела*

ФГКВОУ ВО Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева

Аннотация. Рассмотрены основные проблемы транспортного обеспечения военной организации РФ, выявленные в ходе исследований в НИР и на специальных и оперативно-стратегических учениях последних лет, а также пути решения этих проблем.

Ключевые слова: транспортное обеспечение, транспортные коммуникации, транспортно-восстановительные бригады, транспортные войска.

ABOUT SOME PROBLEMS OF TRANSPORT PROVIDING OF RUSSIAN ARMED FORCES AT THE PRESENT STAGE OF THEIR DEVELOPMENT

Aksyonkin Vitaly Iv. – PhD in Military Science

Zolotaryov Mihail L. – PhD in Military Science, Senior Researcher

Krasnov Vasili S. – PhD in Military Science

Military Academy for Logistics General of the Army A.V. Khrulev

Abstract. The article discusses the main problems of transport support of the military organization of the Russian Federation, identified in the framework of research work, as well as special and operational-strategic exercises of recent years and identified ways to solve these problems.

Keywords: transport support, transport communications, transport and recovery brigades, transport troops.

Понятие «транспортное обеспечение» как совокупность мероприятий по подготовке, эксплуатации, техническому прикрытию и восстановлению транспортных коммуникаций, а также подготовке и выделению транспортных средств для выполнения воинских перевозок на сегодняшний день не утратило своей актуальности и значимости. Исследования, проведенные в ряде НИР транспортной направленности показали, что каждое из перечисленных мероприятий в той или иной степени является частным элементом общей системы подготовки транспортных коммуникаций к выполнению массовых воинских перевозок в любых условиях обстановки.

Такой вывод позволяет по новому подойти к определению понятия «подготовка транспортных коммуникаций» как к комплексу инженерных, технических, организационных и других мероприятий, проводимых на путях сообщения в целях обеспечения выполнения заданного объема воинских перевозок в установленные сроки. Кроме того, такой подход позволяет выделить подготовку транспортных коммуникаций не только как составную часть проблемы создания военной инфраструктуры системы МТО, но и как вполне самостоятельную проблему.

На наш взгляд, сущность данной проблемы заключается в том, что общее развитие и техническое состояние путей сообщения страны не соответствует требуемым размерам пропускной и провозной способности путей сообщения, необходимых для выполнения прогнозируемого объема воинских перевозок.

Решением этой проблемы может стать реализация военного аспекта «Транспортной стратегии РФ на период до 2030 года».

Вполне очевидно, что общая проблема подготовки транспортных коммуникаций не может быть решена без реализации частных проблем технического прикрытия, восстановления, заграждения и разминирования путей сообщения, их эксплуатации и подготовки транспортных средств, которые, в свою очередь, тесно связаны с проблемами оптимизации структуры, состава и оперативно-производственных возможностей соединений и частей транспортного обеспечения ВС РФ и спецформирований ФОИВ в области транспорта, а также централизации управления транспортным обеспечением на всех уровнях управления.

Исходя из вышеизложенного, можно предложить новое определение понятия «транспортное обеспечение», которое предлагается трактовать как комплекс инженерных, технических и организационных мероприятий по подготовке всех видов путей сообщения и транспортных средств, проводимых в мирное и военное время в целях выполнения заданных объемов воинских перевозок в установленные сроки.

Как показали исследования, наличие путей сообщения и их начертание на стратегических направлениях еще не решают вопроса оптимального транспортного обеспечения группировок войск (сил).

В целях эффективного использования транспортных коммуникаций в современных вооруженных конфликтах требуется рациональная организация транспортного обеспечения с учётом физико-географических условий стратегического направления, времени года, замысла операции (боевых действий) и принятого в соответствии с ним построения войск (сил) и созданной системы МТО.

Критерием эффективности такой организации, как показывает исторический опыт и современные научные исследования, является время, затрачиваемое на перегруппировку войск (сил) и подачу (подвоз) материальных средств при комплексном использовании различных видов транспорта. При этом данный критерий в современных условиях имеет устойчивую тенденцию к минимизации.

Исходя из этого, проблема организации транспортного обеспечения сводится к созданию устойчиво функционирующей единой транспортной системы, объединяющей различные виды коммуникаций и стыков между ними.

Для решения проблемы построения единой транспортной системы (сети) необходимо прежде всего централизовать руководство ею, что уже сделано в виде успешно функционирующего Министерства транспорта РФ и неокончательного централизованного управления транспортным обеспечением в масштабе ВС РФ.

Создание централизованных органов управления транспортным обеспечением в центре и в стратегическом звене в совокупности с развитой транспортной инфраструктурой должно стать той материальной основой, на которую придётся вся тяжесть организации транспортного обеспечения войск (сил) в локальных вооружённых конфликтах и в первых операциях начального периода войны, особенно в условиях значительных разрушений на транспортных коммуникациях. Все вопросы организации транспортного обеспечения в данном случае будут решать централизованные органы, имея в непосредственном подчинении соединения и части транспортных войск, а также в оперативном подчинении – специальные формирования ФОИВ в области транспорта, включая и разработку единого плана транспортного обеспечения в Центре и на стратегических направлениях.

Проведенный в ходе ряда исследований анализ различных вариантов организации и управления транспортным обеспечением в современных условиях, а также изложенные выше положения показывают, что вариант создания единых транспортных органов по всей иерархии управления является наиболее предпочтительным.

Вместе с этим, только при этом варианте появляется возможность создания единой централизованной транспортной АСУ, являющейся важнейшей функциональной подсистемой как АСУ МТО ВС РФ, так и отраслевых АСУ на видах транспорта.

Таким образом, транспортное обеспечение, наряду с другими видами тылового обеспечения имеет определяющее значение в поддержании войск (сил) в боеспособном состоянии и создании условий для успешного решения поставленных перед ним задач.

Поэтому очень важно своевременно решать возникающие проблемы транспортного обеспечения и главную из них: как и в каком направлении развивать дальше подсистему транспортного обеспечения, исходя из концепции строительства и развития военной организации Российской Федерации на период до 2030 года и Плана совершенствования системы транспортного обеспечения ВС РФ на период до 2020 года и на последующие пять лет.

Сложность и ответственность задач, связанных с материально-техническим обеспечением военной организации РФ на современном этапе, настоятельно требуют научного обоснования принимаемых решений. Подобное утверждение в полной мере относится и к системе транспортного обеспечения. Для этого нужна соответствующая методология.

В качестве основной цели, решаемой с помощью методологического аппарата положена разработка предложений в стратегию строительства подсистемы транспортного обеспечения, её развития, подготовки и применения.

Эта цель методологически достигается выявлением научных проблем и их исследования методом математического моделирования путем разработки комплексной модели строительства, развития, подготовки и применения системы транспортного обеспечения военной организации РФ, реализуемой совокупностью частных моделей и методик оперативных расчётов (задач), взаимоувязанных по исходным данным и показателям для всестороннего обоснования и практического разрешения проблем строительства, развития, подготовки и применения перспективной системы транспортного обеспечения военной организации РФ.

Основными научными проблемами, подлежащими исследованию с использованием данной методологии являются:

– обоснование оптимального состава организационно-штатной структуры и численности системы транспортного обеспечения военной организации РФ;

– обоснование оптимального технического оснащения СЧО ТрО военной организации РФ;

– обоснование оптимальной инфраструктуры системы ТрО;

– обоснование оптимального распределения сил и средств системы ТрО военной организации РФ;

– по стратегическим, операционным и коммуникационным направлениям.

Частными моделями, реализующими комплексную модель являются модели по видам транспортного обеспечения (дорожное и автотранспортное обеспечение, применения ЖДВ, организации и выполнения воинских перевозок видами транспорта общего пользования, применения вспомогательного флота).

В свою очередь частные модели реализуются комплексом методик оперативных расчетов (задач) строительства, развития, подготовки и применения видов транспортного обеспечения. Эти методики по своей структуре также являются комплексными и представляют собой совокупность математических выражений и логических правил, реализующих частную математическую модель.

Реализация вышеизложенных проблем потребует значительных усилий, больших трудозатрат и значительного времени. Но решать эту задачу, хотя бы поэтапно, необходимо. Без этого нет движения вперед.

УДК 658.314.7:330.115

ЗАДАЧИ ОЦЕНКИ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТЬЮ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ОКРУГОВ РОССИИ

Савушкин Сергей Александрович *– старший научный сотрудник, кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Московского отдела*
ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко
Российской академии наук

Аннотация. Приводятся расчеты транспортной обеспеченности населения, территорий, экономики РФ на основании открытых статистических данных. Показаны возможности использования этих данных для планирования развития транспортных систем. Исследования носят теоретический, методический характер. Для выработки практических рекомендаций необходима дополнительная работа, в т.ч. уточнение исходных данных.

Ключевые слова: транспорт, система, федеральный округ, транспортная обеспеченочть, экономика, население, территоия.

PROBLEMS OF ASSESSMENT OF THE PROVISION OF THE TRANSPORT NETWORK OF FEDERAL DISTRICTS OF RUSSIA

Savushkin Sergey Al. – Ph.D. (math.), Leading Researcher of Moscow department
Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences

Abstract. Calculations are made of the transport provision of the population, territories, and the economy of the Russian Federation on the basis of open statistical data. The possibilities of using this data for planning the development of transport systems are shown. Studies are purely theoretical, methodical. Additional practical work is needed to develop practical recommendations, incl. clarification of the source data.

Keywords: transport, system, federal district, transport provision, economy, population, territory.

Один из вызовов пространственному развитию России обусловлен ее слабой инфраструктурной обустроенностью. В Послании Президента РФ Фкдкральному собранию [1] говорится о роли коммуникаций для социально-экономической интеграции населения: «Именно развитые коммуникации позволят жителям малых городов и сёл удобно пользоваться всеми возможностями и современными сервисами, которые есть в крупных центрах, а сами небольшие населённые пункты будут тесно интегрированы в общее социальное и экономическое пространство России», а также о необходимости модернизации инфраструктуры.

Инициатива КНР «Один пояс, один путь» [2], обсуждаемый в научном сообществе РФ [3], предполагает формирование единого евроазиатского торгово-экономического пространства на основе транспортных коридоров. Аналогичный проект в РФ ТЕПР-ИЕТС (Транс-Евразийский пояс RAZVITIE - Интегральная евразийская транспортная система) [4] направлен на комплексное освоение территории на основе развития инфраструктуры, в которой выделяется транспортная составляющая. В работе рассмотрены текущее состояние транспортной инфраструктуры федеральных округов РФ и ее связь с эффективным использованием территорий, перспективы развития. По статистическим данным [5, 6] федеральные округа характеризуются следующими основными показателями, приведенными в таблице 1. Транспортные системы федеральных округов характеризуются показателями, приведенными в таблицах 2–3.

Эти данные позволяют вычислить транспортную обеспеченность округов в различных категориях. В таблицах 4-5 приведена транспортная обеспеченность населения.

Таблица 1 – Характеристики федеральных округов

Округ	Население, (тыс. чел.)	Площадь, (тыс. кв. км)	Валовый региональный продукт, (млрд руб.)
Дальневосточный	6251,0	6169,0	3222,5
Сибирский	19278,0	5145,0	6106,9
Северо-западный	13801,0	1687,0	5914,8
Уральский	12198,0	1818,5	8001,7
Центральный	38820	650	20820,6
Южный	13882	421	3920,3
Приволжский	29772,235	1038,0	9171,1
Северо-Кавказский	9590,09	170,5	1587,1
Всего в РФ	143592,32	17099,0	58745,0

Таблица 2 – Характеристики транспортных систем [5]

Округ	Аэродромов, всего	Протяженность железнодорожных магистралей, (км)	Автодорог общего пользования, (км)
Дальневосточный	91	8073	41720,3
Сибирский	58	14566	103641,4
Северо-западный	56	13089	72564
Уральский	28	10103	43796,8
Центральный	22	17000,0	123231,8
Южный	10	6473	35543,5
Приволжский	21	14691	108955
Северо-Кавказский	7	2109,0	23974
Всего в РФ	293	86 104,00	553426,8

Таблица 3 – Характеристики транспортных систем (водные виды транспорта [5–8])

Округ	Количество морских портов	Количество речных портов	Протяженность внутриводных путей, всего (км)	Из нее с гарантированными габаритами судового хода
Дальневосточный	22	16	23 592,0	12 810,0
Сибирский	3	20	28 447,0	15 587,0
Северо-западный	15	25	17 146,7	8 866,7
Уральский	1	11	5 059,0	13 007,0
Центральный	0	19	5 441,0	2 227,0
Южный	14	14	4 365,1	1 648,9
Приволжский	0	22	9 486,0	3 769,0
Северо-Кавказский	1	0	0,0	0,0
Всего в РФ	56	127	93 536,8	57 915,6

Таблица 4 – Транспортная обеспеченность населения

Округ	Аэродромов всего, (1/млн чел.)	Протяженность железнодорожных магистралей, (км/млн чел.)	Автодорог общего пользования, (км/млн чел.)
Дальневосточный	14,56	1291,47	6674,18
Сибирский	3,01	755,58	5376,15
Северо-западный	4,06	948,41	5257,88
Уральский	2,30	828,25	3590,49
Центральный	0,57	437,92	3174,44
Южный	0,72	466,29	2560,40
Приволжский	0,71	493,45	3659,62
Северо-Кавказский	0,73	219,91	2499,87
По РФ	2,04	599,64	3854,15

Таблица 5 – Транспортная обеспеченность населения (водные виды транспорта)

Округ	Морских портов, (1/млн чел.)	Речных портов, (1/ млн чел.)	Протяженность внутриводных путей, всего (км / млн чел.)	С гарантированными габаритами судового хода, (км / млн чел.)
Дальневосточный	3,52	2,56	3774,12	2049,27
Сибирский	0,16	1,04	1475,62	808,54
Северо-западный	1,09	1,81	1242,42	642,47
Уральский	0,08	0,90	414,74	1066,32
Центральный	0,00	0,49	140,16	57,37
Южный	1,01	1,01	314,44	118,78
Приволжский	0,00	0,74	318,62	126,59
Северо-Кавказский	0,10	0,00	0,00	0,00
По РФ	0,39	0,88	651,41	403,33

Из таблиц можно сделать вывод, что население Сибири, дальнего Востока, Северо-Западного округа обеспечено транспортом лучше других регионов, по большинству видов транспорта показатели выше, чем среднее по России. Если учесть размеры территорий этих округов, становится понятно, что реально пользоваться транспортом не могут люди, живущие в отдаленных районах.

В таблицах 6–7 расчитана транпортная обеспеченность территорий федеральных округов.

Таблица 6 – Транспортная обеспеченность территорий

Округ	Аэродромоа всего, (1/млн кв.км)	Протяженность железнодорожных магистралей, (км/млн кв.км)	Автодорог общего пользования, (км/млн кв.км)
Дальневосточный	14,75	1308,64	6762,90
Сибирский	11,27	2831,10	20144,10
Северо-западный	33,20	7758,74	43013,63
Уральский	15,40	5555,68	24084,03
Центральный	33,85	26153,85	189587,38
Южный	23,75	15375,30	84426,37
Приволжский	20,23	14153,18	104966,28
Северо-Кавказский	41,06	12369,50	140609,97
По РФ	17,14	5035,62	32366,03

Таблица 7 – Транспортная обеспеченность территорий (водные виды транспорта)

Округ	Морских портов, (1/млн кв.км)	Речных портов, (1/млн кв.км)	Протяженность внутриводных путей, всего (км/млн кв.км)	Сгарантированными габаритами судового хода (км/млн кв.км)
Дальневосточный	3,57	2,59	3824,28	2076,51
Сибирский	0,58	3,89	5529,06	3029,54
Северо-западный	8,89	14,82	10164,02	5255,90
Уральский	0,55	6,05	2781,96	7152,60
Центральный	0,00	29,23	8370,77	3426,15
Южный	33,25	33,25	10368,41	3916,63
Приволжский	0,00	21,19	9138,73	3631,02
Северо-Кавказский	5,87	0,00	0,00	0,00
По РФ	3,28	7,43	5470,31	3387,08

Из приведенных таблиц видно, что территории Сибири, дальнего Востока обеспечены транспортом хуже других регионов, по большинству видов транспорта показатели ниже, чем среднее по России. При проведении исследований в целях развития регионов России, необходимо принимать во внимание именно эту группу показателей. Освоение территории начинается с проведения транспортных путей к перспективным районам, что необходимо для доставки туда стройматериалов, рабочих, осуществления строительства предприятий и жилья, необходимо для свободного перемещения людей, пожелавших там жить и работать, в конечном счете – для налаживания нормального функционирования возведенных предприятий и выпуска продукции. В таблицах 8–9 расчитана текущая транспортная обеспеченность регионального продукта федеральных округов.

Из таблиц можно сделать вывод, что экономика Сибири, дальнего Востока, Северо-Западного округа обеспечено транспортом лучше других регионов, по большинству видов транспорта показатели выше, чем среднее по России. Таким образом, население и экономика Сибиои и Дальнего Востока не требуют расширения транспортной сети. Ее требует только территория. Учитывая запас транспортной обеспеченности населения и экономики этих регионов, можно ожидать, что развитие транспортной сети территорий приведет к опережающему росту экономики и населения.

Таблица 8 – Транспортная обеспеченность регионального продукта

Округ	Аэродромов всего, (1/трлн руб.)	Протяженность железнодорожных магистралей, (км/трлн руб.)	Автодорог общего пользования, (км/трлн руб.)
Дальневосточный	28,24	2505,19	12946,53
Сибирский	9,50	2385,17	16971,16
Северо-западный	9,47	2212,92	12268,21
Уральский	3,50	1262,60	5473,40
Центральный	1,06	816,50	5918,75
Южный	2,55	1651,16	9066,61
Приволжский	2,29	1601,88	11880,29
Северо-Кавказский	4,41	1328,80	15105,08
По РФ	4,99	1465,72	9420,83

Таблица 9 – Транспортная обеспеченность регионального продукта (водные виды транспорта)

Округ	Морских портов, (1/трлн руб.)	Речных портов, (1/трлн руб.)	Протяженность внутриводных путей, всего (км/трлн руб.)	Сгарантированными габаритами судового хода (км/трлн руб.)
Дальневосточный	6,83	4,97	7321,01	3975,16
Сибирский	0,49	3,27	4658,16	2552,35
Северо-западный	2,54	4,23	2898,95	1499,07
Уральский	0,12	1,37	632,24	1625,52
Центральный	0,00	0,91	261,33	106,96
Южный	3,57	3,57	1113,47	420,61
Приволжский	0,00	2,40	1034,34	410,97
Северо-Кавказский	0,63	0,00	0,00	0,00
По РФ	0,95	2,16	1592,25	985,88

Для выравнивания транспортной обеспеченности территорий Сибири и Дальнего Востока необходимо дополнительно построить объекты транспортной инфраструктуры, приведенные в таблице 10.

Таблица 10 – Дополнительные объекты инфраструктуры

Округ	Аэродромов	Морских портов	Речных портов	Железнодорожных путей, (км)	Автодорог, (км)
Дальневосточный			8	9392,06	82548,62
Сибирский	18	15			
Всего по РФ	18	15	8	9392	82549

Список литературы

1. Послание Президента Федеральному Собранию. Президент России URL: http://kremlin.ru/events/president/transcripts/messages/53379 (дата обращения: 28.03.2018).
2. Проект "Один пояс, один путь". Досье/ ТАСС. https://tass.ru/v-strane/4801537 (дата обращения: 20.09.2018).
3. Новый Шелковый путь и его значение для России / под ред. В.Е. Петровского (отв. ред.), А.Г. Ларина (сост.), Е.И. Сафроновой. М. 2016.
4. Газета Поиск. 27.04.2018. Волчкова Надежда. MEGALEGO. Ученые объединились, чтобы конструировать будущее. URL:http://www.poisknews.ru/theme/innovation/35414/ (дата обращения: 20.09.2018).
5. Официальный Интернет-ресурс Министерства транспорта Российской Федерации URL:https://www.mintrans.ru/transport_of_russian (дата обращения: 28.03.2018).
6. Российский статистический ежегодник. 2016: Стат. сб. / Росстат. М. 2016. 725 с.
7. Транспорт в России. 2009: Стат.сб./ Росстат. М. 2009. 215 с.
8. Транспорт России. Информационно-статистический бюллетень: январь-декабрь 2016 года. Минтранс РФ. М. 2017.

УДК 338.47

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ БОЛЬШИХ ДАННЫХ «BIGDATA» КАК НАПРАВЛЕНИЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

Журавлева Наталья Александровна *– доктор экономических наук, профессор, заведующая кафедрой экономики транспорта*

Гулый Илья Михайлович *– кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики транспорта*

ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I

Аннотация. В работе предлагается авторский подход к применению технологий обработки больших данных в сфере стратегического управления железнодорожным транспортом. Выявлены проблемы снижения объемных показателей деятельности железнодорожного транспорта в России. Предложен алгоритм использования результатов обработки и анализа больших данных с последующим построением математических моделей для решения проблем стратегического развития железнодорожного транспорта.

Ключевые слова: технологии больших данных, BigData, цифровизация, цифровая экономика, многомерная математическая модель, железнодорожный транспорт, корреляционный анализ, Российские железные дороги.

ADAPTATION OF BIG DATA TECHNOLOGIES AS A TREND OF DIGITIZATION OF TRANSPORTATION SYSTEMS

Zhuravleva Natalia A. – Doctor of economics, professor, head of transport economy department

Guliy Ilia M. – PhD., associate professor, department of transport economy

Emperor Alexander I St. Petersburg state transport university

Abstract. The article proposes the author's approach to adopt of big data processing technologies in the field of railway transport strategic management. Problems concerning decrease of volume indicators of railway transport activity in Russia were revealed. Algorithm for using the results of processing and analysis of big data, followed by construction of mathematical models to solve the problems of strategic development of rail transport.

Keywords: big data technologies, Big Data, digitalization, digital economy, multidimensional mathematical models, railway transport, correlation analysis, Russian Railways.

В настоящее время сфера принятия управленческих решений на железнодорожном транспорте испытывает потребность в наличии моделей принятия управленческих решений на среднесрочную и долгосрочную перспективу, основанных на использовании технологий будущего.

При построении планов и прогнозов, принятии обоснованных решений особую значимость представляют результаты обработки больших объемов многомерных статистических данных, построение математических моделей, связывающих ключевые параметры транспортной работы с факторными индикаторами [1]. Обработка больших данных и разрабатываемые на ее основе математические модели, способствующие принятию управленческих решений, являются объективными действенными инструментами для достижения поставленных долгосрочных целей, поскольку основаны на глубоком числовом анализе причинно-следственных связей ключевых показателей деятельности транспортных организаций [2, 3].

Согласно стратегии развития железнодорожного транспорта до 2030 года, утвержденной распоряжением Правительства РФ от 17 июня 2008 года № 877-р [4] планируется посту-

пательное и устойчивое опережающее развитие железнодорожного транспорта, модернизация железнодорожной сети, что является императивом инфраструктурной основой социально-экономического роста России. Индикаторами реализации обозначенной задачи выступают: прогнозируемое увеличение погрузки грузов к 2030 году к уровню 2015 года минимум на 12%, грузооборота – минимум на 14%. Оптимистичные параметры роста ключевых показателей деятельности грузового железнодорожного транспорта: рост погрузки грузов и грузооборота к 2030 году соответственно на 22,3% и 23,3% [4]. Иными словами, железнодорожному комплексу поставлена задача – обеспечить существенное увеличение реальных объемов и доходов в сфере услуг перевозок грузов железнодорожным транспортом [5].

На перспективу до 2030 года также определены индикаторы высоких темпов роста объемов пассажирских перевозок, в первую очередь на подходах к Московскому и Санкт-Петербургскому железнодорожным узлам. Согласно прогнозу целевых показателей по вариантам стратегического развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года общий объем пассажирооборота должен составить не менее 202,3 млрд. пассажиро-километров, а при максимальном сценарии – 231,3 млрд. пассажиро-километров [4].

Статистика динамики объемов перевозки грузов и пассажирооборота на железнодорожном транспорте РФ за последние годы приводит к некоторым тревожным выводам. Начиная с 2012 года, объем перевозки грузов на железных дорогах сокращается. В 2016 году он сократился по сравнению с 2012 годом на 6,8%. В 2017 году спад приостановлен, но должного восстановительного роста не наблюдается.

Более серьезная проблема падения спроса на железнодорожные перевозки наблюдается в сфере пассажирского комплекса. Начиная с 2009 года, по настоящее время происходит ежегодное падение пассажирооборота железнодорожного транспорта. С 2009 по 2016 гг. – на 18% или ежегодно в среднем на 3%. В 2017 году спад к предыдущему году составил 1,2 % на фоне прироста в целом по транспорту на 9%.

Структурный анализ приводит к выводу, что за последние 9 лет вклад железнодорожного транспорта в общий пассажирооборот сократился, при росте других конкурирующих видов транспорта, преимущественно авиационного.

Представленное в работе исследование направлено на поиск причин обозначенных проблем и выработку механизмов их разрешения. На основе обработки и анализа больших объемов статистических данных о деятельности организаций железнодорожного транспорта авторы предлагают к рассмотрению разработанные математические модели:

1) доходов от перевозки грузов железнодорожным транспортом;

2) пассажирооборота железнодорожного на основе статистики за длительный временной период.

Для поиска путей решения сложившихся проблем необходимо выявить факторы, способствующие переходу к устойчивому положительному росту объемных показателей деятельности национального железнодорожного комплекса [6]. В таблице 1 приведены исходные данные для построения модели доходов от перевозок грузов железнодорожным транспортом. В качестве гипотетических факторных моделируемых показателей выбраны:

– параметры инвестиционной активности в сфере железнодорожных перевозок;

– уровень спроса на продукцию основной потребляющей отрасли – промышленности; интенсивность использования живого труда;

– размер мощностей – протяженность путей сообщения и величина используемого вагонного парка;

– параметры интенсивности грузоперевозок, включая скорость, дальность перевозок;

– качественный параметр надежности доставки грузов.

Ключевым методом в технологиях больших данных, используемых в сфере управления, выступает анализ корреляции числовых массивов. Он позволяет установить математические взаимосвязи двух показателей при их сравнении в динамике за длительный период времени.

Таблица 1 – Исходные данные для применения технологии больших данных и построения математической модели доходов от грузоперевозок

Год	Доходы от перевозок грузов в сопост. ценах 2016 г., млрд. руб.*	Инвестиции в основной капитал организаций ж.д. транспорта в сопост. ценах 2016 г., млрд. руб.	Выручка в расчете на 1 работника, занятого на ж.д. перевозках в сопост. ценах 2016 г., тыс. руб. / чел.	Объем отгруженной промышленной продукции в сопоставимых ценах 2016 г., трлн. руб.	Протяженность путей сообщения - ж.д. пути общего пользования, тыс. км	Рабочий парк груженых железнодорожных вагонов (в среднем в сутки), тыс. штук	Интенсивность перевозок грузов, млн. тонно-км на 1 км длины путей	Средняя дальность перевозки 1 тонны груза по железным дорогам, км	Средняя скорость доставки, км / сут.	Средняя надежность доставки, %
	Y	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9
1997	839,2	93,4	941,2	29,3	86,7	211	12,69	1133	200	86,1
1998	789,6	78,4	1170,2	27,9	86,2	221	11,83	1123	263	83,5
1999	896,6	141,2	1759,4	30,9	86,0	230	14,01	1196	269	81,2
2000	990,8	202,9	1463,4	33,6	86,1	240	15,95	1195	272	80,0
2001	1001,5	222,0	1450,6	34,6	85,8	249	16,71	1230	242	76,4
2002	1025,8	140,7	1646,9	35,7	85,5	262	17,65	1265	290	76,9
2003	1098,8	238,4	1088,8	38,9	85,4	265	19,54	1300	252	84,7
2004	1156,2	261,5	1887,3	42,1	85,3	266	21,13	1331	269	85,7
2005	1205,9	318,6	1918,3	44,2	85,2	270	21,80	1321	280	86,6
2006	1241,9	286,1	2075,5	47,0	85,2	276	22,89	1359	277	87,8
2007	1273,1	333,6	2387,0	50,2	85,2	289	24,54	1395	284	88,8
2008	1234,9	504,7	2346,0	50,5	85,6	287	24,73	1424	273	85,9
2009	1049,7	502,6	2290,6	45,8	85,6	221	21,78	1510	290	90,5
2010	1241,7	588,6	2774,1	49,2	85,7	328	23,48	1495	274	87,2
2011	1307,6	589,2	3047,6	51,6	85,5	393	24,88	1527	247	81,6
2012	1345,5	603,3	3330,8	53,4	85,6	393	25,96	1545	219	72,5
2013	1307,8	546,0	3000,8	53,6	85,6	386	25,65	1575	223	77,5
2014	1302,6	423,7	3366,7	54,5	86,3	465	26,68	1673	299	87,1
2015	1258,3	386,8	3471,9	52,6	86,3	406	26,74	1735	341	91,9
2016	1254,5	376,4	3507,1	53,2	86,4	389	27,13	1769	381	96,1

* примечание: здесь и далее все стоимостные показатели, приведенные в сопоставимых ценах, рассчитаны авторами на основе официально опубликованных Росстатом индексов цен, тарифов и индексов физического объема соответствующих стоимостных показателей.

Источник: расчеты авторов на основе [7, 8].

При значении парного коэффициента корреляции по модулю свыше 60 процентов и наличии логической взаимосвязи между показателями выдвигается предположение о том, что изменение исследуемого показателя явилось следствием изменения показателя-фактора.

Таким образом, из множества различных показателей-факторов в динамике за большие интервалы времени отбираются те, которые объективно оказывают влияние на показатель-результат [9]. Первоначально из перечня статистических показателей отберем корреляционно значимые, имеющие существенное влияние на размер доходов от грузоперевозок.

К значимым факторам в результате отнесем:

– инвестиционную активность в сфере железнодорожного транспорта (X1, линейный коэффициент корреляции 0,819);

– производительность труда работников железнодорожного транспорта (X2, коэффициент корреляции 0,835);

– объем спроса на продукцию промышленности как основной связанной отрасли, потребляющей услуги железнодорожного транспорта (X3, коэффициент корреляции 0,961);

– величину рабочего парка груженых железнодорожных вагонов (X5, коэффициент корреляции 0,797);

– уровень интенсивности перевозок грузов в расчете на единицу путей (X6, коэффициент корреляции 0,971);

– величину средней дальности перевозки единицы груза (X7, коэффициент корреляции 0,826).

Исследование отобранных факторов на мультиколлинеарность и взаимную друг с другом связь (таблица 2) привело к необходимости исключения из параметров итоговой математической модели показателей: X2 (производительность труда работников) как значительно связанный с инвестиционными параметрами; X3 (спрос на промышленную продукцию) как связанный с рабочей величиной вагонного парка; X6 (интенсивность перевозок грузов на единицу путей) как связанный с показателями производительности труда и спроса в связанной потребляющей отрасли; X7 (средняя дальность перевозок грузов) как показатель, обусловленный увеличением интенсивности грузоперевозок, объемов промышленной продукции и повышением производительности труда работников).

Итоговая полученная линейная математическая модель, найденная с помощью средств программы Statistica 7.0, выглядит следующим образом:

$$Y= 660,543 + 0,496\ X1 + 1,028\ X2,$$

где X1 – инвестиции в основной капитал в сопоставимых ценах 2016 г., млрд. руб.; X2 – рабочий парк груженых железнодорожных вагонов (в среднем в сутки), тыс. штук.

Построенная на основе цифровых технологий анализа больших данных модель показывает, что для устойчивого ежегодного роста доходов от осуществления железнодорожных грузоперевозок, в первую очередь, необходимо сохранение условий и интенсификация мероприятий для повышения инвестиционной привлекательности железнодорожного транспорта, стимулирования привлечения капитальных вложений в развитие инфраструктуры, разработка и внедрение инновационных технологий, снижение ресурсоемкости перевозок и их воздействия на окружающую среду. Фактор роста объемов перевозок грузов – улучшение условий для увеличения государственных и частных инвестиций в инфраструктурные проекты, строительство новых железнодорожных линий общего и необщего пользования, развитие практики строительства и эксплуатации железнодорожных линий на основе концессионных соглашений и др. Одновременно приоритетным мероприятием выступает обновление железнодорожного подвижного состава, наращивание мощностей по его производству; повышение технического и технологического уровня предприятий транспортного машиностроения; опережающее производство вагонов с улучшенными техническими характеристиками и инновационных вагонов [10].

Далее в рамках исследования приведем опыт применения технологий обработки и анализа больших данных в сфере пассажирских железнодорожных перевозок.

Первый шаг – построение массивов данных. К показателям, которые логически и с экономической точки зрения могут оказать влияние на пассажирооборот, отнесены: уровень жизни; уровень расходов граждан на транспорт; выполнение расписания движения поездов; число отправлений и рабочий парк пассажирских вагонов; соотношение тарифов на услуги железных дорог с тарифами на услуги других видов транспорта; число принятых иностранных туристов; субсидии из бюджетов, направленные на финансирование пассажирских перевозок и другие (табл. 2).

Второй шаг – анализ корреляции. Его результаты следующие.

Показатели, имеющие выраженную корреляцию с показателем пассажирооборота.

Рост числа автомобилей – одна из причин ежегодно снижающегося пассажиропотока на железнодорожном транспорте.

Рабочий парк пассажирских вагонов (и связанное с ним число отправляемых поездов).

Уровень и динамика тарифов на перевозки различными видами транспорта.

Таблица 2 – Исходные данные для применения технологии больших данных и построения математической модели пассажирооборота

Год	Пассажирооборот ж.д. транспорта, млрд. пасс. - км	Среднемесячная зарплата 1 работника организаций в РФ (в сопост. ценах 2016 г.), тыс. руб.	Средняя доходная ставка от перевозок пассажиров, коп. на 10 пасс.-км в сопост. ценах 2016 г.	Удельный вес поездов, прибывших без опоздания, в общем числе прибывших пассажирских поездов	Число пострадавших (погибших и раненых) в результате ДТП на а/транспорте, тыс. человек	Число легковых автомобилей всего, тыс. шт.	Расходы на услуги транспорта и покупку тр. средств на 1 члена домохозяйства, тыс. руб./мес.	Среднее расстояние перевозки, км	Рабочий парк пассажирских вагонов, тыс. шт.	Инвестиции в основной капитал в сопоставимых ценах 2016 г., млрд. руб.	Соотношение тарифов на поездку в купейном вагоне поезда дальнего следования к тарифу на полет в самолете в салоне экономического класса в расч. на 1000 км пути	Соотношение тарифов на проезд в пригородном поезде в пределах 3-й зоны и тарифов на поездку в межгородском автобусе на аналогичное расстояние
	Y	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10-1	X10-2
1995	192,2	9,5	7,62	96	216,7	14195	0,314	104,9	29,6	52,7	0,394	0,222
1996	181,2	13,1	8,54	97	207,9	15464	0,329	109,0	25,7	62,3	0,385	0,311
1997	170,3	14,2	10,11	98	204,9	17632	0,766	106,4	23,2	81,9	0,410	0,879
1998	152,9	8,5	7,27	98	212,8	18820	0,256	103,9	20,6	91,5	0,351	1,024
1999	141,0	9,0	12,23	98	211,8	19624	0,324	105,4	20,0	123,5	0,177	0,776
2000	167,1	11,0	6,97	98	209,0	20353	0,368	117,8	20,7	165,5	0,178	0,828
2001	157,9	13,5	9,44	96	218,7	21152	0,589	120,9	20,1	165,4	0,240	0,956
2002	152,9	15,8	10,53	95	248,9	22468	0,799	120,3	20,0	175,8	0,264	0,902
2003	157,6	17,8	11,01	98	279,5	23383	0,889	120,9	20,8	187,3	0,273	0,873
2004	164,3	19,5	11,95	99	285,9	24208	1,036	123,1	22,2	239,3	0,293	0,962
2005	172,2	22,3	13,71	99	308,9	25570	1,428	128,6	23,1	253,2	0,316	1,060
2006	177,6	25,4	15,36	99	317,4	26794	1,601	132,6	23,3	274,3	0,329	1,073
2007	174,1	29,1	14,00	99	325,5	29405	2,429	135,8	24,2	328,7	0,334	1,110
2008	175,9	32,6	13,77	99	300,8	32021	2,505	135,7	24,5	392,0	0,296	1,084
2009	151,5	32,3	17,29	99	283,2	33084	2,105	133,2	23,5	466,6	0,337	1,186
2010	138,9	33,4	13,42	99	277,2	34354	2,499	146,7	22,5	491,3	0,353	1,258
2011	139,8	35,1	16,22	99	279,8	36415	2,800	140,8	22,5	520,7	0,547	1,213
2012	144,6	37,6	16,01	99	286,6	38792	3,189	136,5	20,2	508,3	0,536	1,228
2013	138,5	39,5	16,78	99	285,4	41428	3,315	128,2	20,0	459,9	0,579	1,203
2014	130,0	38,7	15,03	99	278,8	43417	3,197	120,8	24,1	396,6	0,535	1,260
2015	120,6	35,9	13,98	99	254,3	44253	2,329	117,7	23,8	339,3	0,553	1,278
2016	124,5	36,7	14,47	99	241,4	45163	2,212	119,7	21,8	282,0	0,555	1,300

Источник: расчеты авторов на основе [8].

Выявлено следующее: воздушный транспорт, который в 1990-е и в начале 2000-х годов был значительно менее доступен для граждан, в настоящее время становится все более привлекательным. Для примера: разница в тарифах на расстояние 1000 км, составляла в девяностые – двухтысячные годы от 2,5 до 5 раз; к 2016 году – сократилась до 1,8 раза. То же касается и соотношения тарифов пригородных железнодорожных и междугородних автобусных перевозок.

Выведенный авторами средний коэффициент превышения тарифов на перевозки авиа- и автотранспортом по сравнению с тарифами на перевозки железнодорожным транспортом демонстрирует прямую существенную корреляцию с пассажирооборотом.

Таким образом, на объем пассажирооборота железнодорожного транспорта в долгосрочном периоде влияют следующие параметры:

1) ценовая составляющая;

2) обеспеченность граждан легковыми автомобилями;

3) наличие парка пассажирских вагонов и связанное с ним количество железнодорож-

ных отправок.

Средствами автоматизации в Excel Statistica построена регрессионная модель пассажирооборота:

Y = 112,130 – 3,570 * X1 – 0,00109 * X2 + 3,679 * X3 (Y – пассажирооборот ж.д. транспорта, млрд. пасс.–км;

X1 – средний коэффициент превышения тарифов на пассажирские перевозки авиа- и автотранспортом по сравнению с тарифами на перевозки ж.д. транспортом, ед.;

X2 – число легковых автомобилей в РФ, тыс. шт.;

X3 – рабочий парк пассажирских вагонов, тыс. штук.). Множественный коэффициент корреляции 85%. Связь тесная (F-критерий удовлетворяет нормативам).

Рекомендации для управленческой подсистемы системы железнодорожного транспорта следующие. Необходимо:

– сохранять и продолжать совершенствовать гибкую ценовую политику на пассажирском железнодорожном транспорте; не допускать роста тарифов не только выше официального уровня инфляции, но и выше тарифов на другие ключевые виды транспорта;

– расширять количество железнодорожных отправок по востребованным направлениям при одновременном повышении средней скорости движения, планомерно сохранять темпы обновления вагонного парка.

Широкое использование возможностей технологий обработки и анализа больших данных, построение на их основе математических моделей позволят своевременно, более четко и конкретно задавать плановые значения показателей в государственных и корпоративных стратегических документах, направленных на устойчивое развитие железнодорожной отрасли страны.

Список литературы

1. Гармаш А.Н., Орлова И.В. Математические методы в управлении: учеб. пос. М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М. 2012. 272 с.

2. Об утверждении стратегии развития железнодорожного транспорта до 2030 года : распоряжение Правительства РФ от 17 июня 2008 года №877-р [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://government.ru.

3. Шаталова Н.В. Развитие транспортной отрасли как основополагающей при решении проблем стратегического и экономического характера // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. 2017. Т. 1. С. 230–233.

4. Буровцев В.В., Мицук И.В., Сольская И.Ю. Государственное регулирование железнодорожного транспорта в период реформирования: учеб. пособие. М.: ФГБОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте". 2012. 288 с.

5. Казанская Л.Ф. Пути повышения конкурентоспособности железнодорожных пассажирских перевозок // Инновационная экономика и промышленная политика региона (Экопром–2015): материалы Междунар. науч.-практ. конф. СПб: Изд-во СПбПУ. 2015. С. 334–342.

6. Журавлева Н.А. Устойчивость развитие железнодорожного транспорта: взгляд в будущее // Развитие экономической науки на транспорте: устойчивость развития железнодорожного транспорта: материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. СПб: ПГУПС. 2016. С. 162–170.

7. Российский статистический ежегодник. 2017: стат. сб. М. : Росстат. 2017. 686 с.

8. Федеральная служба государственной статистики (Росстат): офиц. сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.gks.ru.

9. Журавлева Н.А. Цифровая трансформация глобальных транспортных систем // Цифровая трансформация экономики и промышленности: проблемы и перспективы; под ред. А.В. Бабкина. СПб: Изд-во СПбП. 2017. С. 113–132.

10. Казанская Л.Ф., Палкина Е.С. Императивы инновационного развития транспортной системы в условиях глобализации // Экономика железных дорог. 2016. № 12. С. 52–58.

УДК 656.07, 004.8, 004.942

ПОСТРОЕНИЕ СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ В ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЕ

Лукомская Ольга Юрьевна *– кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории интеллектуальных транспортных систем ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук;*

доцент кафедры корабельных систем управления ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)

Лукомский Юрий Александрович *– доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, заслуженный профессор ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)*

Аннотация. В работе представлена функциональная структура управления в транспортной системе, рассмотрены достоинства и недостатки возможных схем управления. Приведен и уточнен алгоритм формирования полной функции управления в интеллектуальной транспортной системе.

Ключевые слова: транспорт, управление, интеллектуальная транспортная система.

CONSTRUCTION OF THE CONTROL SCHEME IN THE TRANSPORT SYSTEM

Lukomskaya Olga Yu. – Ph.D., Associate Professor, Leading Researcher of Laboratory of Intelligent Transport Systems of Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences;

Associate Professor of the Department Ship Control Systems of Saint-Petersburg Electrotechnical University

Lukomsky Yuri A. – Doctor, Honored Scientist of the Russian Federation, Professor Emeritus of Saint-Petersburg Electrotechnical University

Abstract. Presents the functional control structure in the transport system, discusses the advantages and disadvantages of possible control schemes. The algorithm for the formation of a complete control function in an intelligent transport system has been reviewed and refined.

Keywords: transport, control, intelligent transport system.

Задача управления в любой технически сложной системе, каковой является и транспортная система, является важной и требует не только понимания происходящих физических процессов, но и грамотного применения математического аппарата для описания функционирования взаимодействия комплекса технических и организационных структур. В статье дан общий подход к построению функциональной структуры управления и описаны этапы построения полной функции управления в интеллектуальной транспортной системе.

Структура системы управления в транспортной системе. Транспортная система (ТС) – это транспортные элементы (объекты) и связи между ними, взаимодействие которых осуществляют объекты управления и направлено на выполнение глобальной целевой функции – обеспечение транспортного процесса на заданном уровне, в требуемом объеме и непрерывным во времени с учетом имеющихся ресурсов.

Транспортным процессом будем называть процесс перемещения грузов и людей.

К транспортным объектам относятся: транспортные узлы, транспортные коммуникации и транспортные средства.

Транспортные потоки в ТС – это грузопотоки, пассажиропотоки и потоки личного транспорта $\{\Phi G_e^d(t),\ \Phi P_i^j(t), \Phi A_k^l(t)\}$.

Транспортные коммуникации (железнодорожные, автомобильные дороги, водные пути, воздушные пути, газо- и нефте-трубопровод, городские пути – выделенная полоса для общественного транспорта, метро, трамвайные пути, троллейбусные линии, тротуары и пр.) и транспортные узлы (светофоры, пешеходные переходы, остановки, станции метро или железнодорожные станции, вокзалы, логистические центры, парковки и пр.) составляют транспортную инфраструктуру мегаполиса.

Опираясь на [1], можно представить такую структуру системы управления ТС.

Управление представляет собой процесс поддержания требуемого состояния объекта (планирование и измерение) или изменения его состояния по определенному закону путем внешнего воздействия на управляемый объект (регулирование).

Система управления техническим объектом и организационной структурой – это совокупность исполнительных механизмов, измерительных, усилительных и преобразовательных приборов и устройств, образующих функционально и конструктивно законченное изделие (технический объект) и исполнительных органов управления организационной структуры, способное обеспечить стабилизацию и изменение определяющих показателей работы объекта.

Функциональная структура системы управления в транспортной системе может быть такой, как представлена на рисунке.

На рисунке обозначены: УО – управляемый объект, состояние которого характеризуется вектором или матрицей-столбцом переменных состояния $x = [x_{11} \dots x_{1n}]^{\mathrm{T}}$; – состояние объекта изменяется в результате внешних возмущений, определяемых вектором $f = [f_1 \dots f_m]^{\mathrm{T}}$; и управляющих воздействий – вектор $\delta = [\delta_1 \dots \delta_r]^{\mathrm{T}}$; ИО – исполнительные органы, которые включают в себя исполнительные механизмы, усилители и преобразователи (в техническом и организационном варианте), способные по сигналам управления $u = [u_1 \dots u_r]^{\mathrm{T}}$ обеспечить требуемый уровень и вид управляющих воздействий; ВУ – вычислительное устройство, формирующее сигналы управления по измеряемым переменным состояния $y = [y_1 \dots y_l]^{\mathrm{T}}$, $l \le n + r$, и входным сигналам u_0 оператора О; Д – измерительные приборы (датчики), составляющие информационное обеспечение системы; СОИ – средства отображения информации, обеспечивающие визуализацию состояния системы.

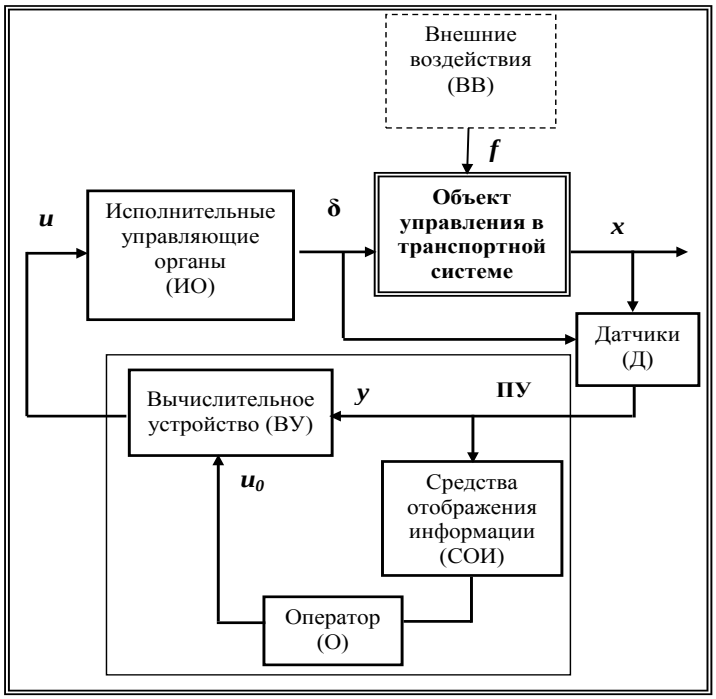


Рисунок – Функциональная структура СУ ТС

Состояние системы в любой момент времени определяются совокупностью векторов $x(t)$ и $\delta(t)$, но среди них имеются регулируемые величины – определяющие показатели приоритетной значимости, формирующие вектор $[y_1 \dots y_c]$, $c \le l$.

Замкнутая система управления (с обратной связью), которая может работать в режимах (автоматическое управление предполагает, что функции оператора ограничены заданием режима работы системы): 1) стабилизации $u_0(t) = \text{const}$; 2) программного управления, когда $u_0(t)$ изменяется по заранее заданному закону; 3) следящего управления, при котором $u_0(t)$ может быть произвольным.

Функционирование системы обеспечивается благодаря каналу обратной связи, когда сигнал $y(t)$ поступает на вход вычислительного устройства. Такая система называется замкнутой.

В разомкнутой системе (без обратной связи) (автоматизированная система управления) функцию обратной связи выполняет оператор (или несколько), который управляет на основе динамического субъективного образа состояния системы.

Недостатки такого управления определяются психо-физиологическими возможностями человека:

1) запаздыванием (время латентного периода составляет 0,15-0,25с; время простого логического действия 0,25-0,35с);

2) индивидуальными особенностями восприятия информации (по форме и содержанию);

3) непрогнозируемыми ошибками в оценке ситуации [3].

Достоинства вытекают из интеллектуальных способностей оператора, которое заключается в умении прогнозировать сложные ситуации и которые углубляются по мере обучения и накопления опыта.

Однако «характеристики происходящих в ТС случайных процессов непрерывно изменяются под влиянием внешних условий и внутренних процессов системы, вследствие чего управление в разомкнутой системе в лучшем случае соответствует ее предыдущему состоянию, то есть отстает от необходимого» [4].

Полная функция управления в интеллектуальной транспортной системе. Полная функция управления (ПФУ) представляет собой последовательность действий, в результате которых реализуется процесс управления для поддержания заданного уровня функционирования работоспособной транспортной системы.

Составление предварительного вектора целей управления происходит на основе обозначенной цели функционирования системы или ее элемента, целевой функции системы (элемента системы) и глобальной целевой функции всей транспортной системы.

Состояния информационных модулей включает в себя: состояние объекта управления, состояние субъекта управления, состояние «соседних» объектов управления, состояние окружающей среды, состояние управляющей структуры, указания и ограничения структур управления, возможное действие лица, принимающего решение [3, 5].

ПФУ можно реализовать в интеллектуальной схеме управления, которая предполагает:

1. Распознавание внешнего воздействия на систему, включает в себя: – получение информации (данных) от датчиков и сенсоров; – анализ входной информации (организация данных от сенсоров); – кодирование и структурирование информации; –структурирование и запись данных; – отклик (реакция) системы на входное воздействие; – выработка принятия решения; – контекстная обработка информации по запросу. Формирование навыка (стереотипа) распознавания внешнего воздействия [5].

2. Формирование векторов целей. Формирование вектора целей управления по минимизации внешнего воздействия и внесение его в общий вектор целей поведения системы (т.н. принцип самоорганизации [6]), т.е. формирование и выдача вектора управляющих воздействий, направленных на реализацию изменений состояния исполнительных механизмов и

устройств; управление действиями исполнительных устройств, осуществляющих перевод физической среды в требуемое состояние на основании вектора управляющих воздействий.

3. Формирование новых концепций управления.

4. Совершенствование методологии прогноза при решении задачи об устойчивости в предсказуемости в схеме управления «предиктор-корректор», планирование (формирование расписаний, построение согласованного режима работы системы) [2, 6, 7].

Заключение

Выбор схемы управления с обратной или разомкнутой обратной связью предоставляется проектировщику, достоинства и недостатки разных схемных решений приведены. Подробное раскрытие этапов построения полной функции управления в интеллектуальной схеме позволит приступить к ее математическому описанию.

Список литературы

1. Лукомский Ю.А. Курс лекций «Теория систем управления». ЦНИИ «Электроприбор». 2002.

2. Система автоматического управления курсом судна: пат. 2012919 Рос. Федерация. № 4952821/24 / В.О. Робуш, Г.Э. Острецов, Ю.А. Лукомский, В.П. Антоненко, В.В. Кулаковский, Е.П. Николаенко, А.Н. Мирошников Институт проблем управления РАН. МПК: 5G 05D 1/00 A. 1994.

3. Турусов С.Н., Лукомская О.Ю. Система информационной поддержки организационной готовности персонала корабля // IV Конференция молодых ученых «Навигация и управление движением». СПб.: ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор». 2002. С. 253–261.

4. Белый О.В. Проблемы построения и развития транспортных систем. СПб.: «Элмор». 2012. 189 с.

5. Селиверстов Я.А., Селиверстов С.А., Лукомская О.Ю. Разработка структурной схемы системы городского транспортно-логистического мониторинга // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2016. Т. 10. № 12. С. 55–64.

6. Кокаев О.Г., Лукомская О.Ю. Самоорганизация транспортных процессов: модели и приложения // Транспорт Российской Федерации. 2009. № 1 (20). С. 40–45.

7. Селиверстов С.А., Селиверстов Я.А., Лукомская О.Ю., Асаул М.А. Разработка имитационной модели управления прохождением судов через систему судопропуска Волго-Донского судоходного канала // Морские интеллектуальные технологии. 2017. Т. 3. № 3 (37). С. 105–114.

УДК 656.07, 004.8, 004.942

ФОРМИРОВАНИЕ ЦЕЛЕВОЙ ФУНКЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ

Лукомская Ольга Юрьевна *– кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории интеллектуальных транспортных систем ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук;*

доцент кафедры корабельных систем управления ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)

Аннотация. Актуальность работы подчеркивается большим числом существующих технических решений, однако, представленные модели управления городской транспортной системой которой не реализуют в полном объеме функции управления. В работе транспортная система рассматривается как организационно-техническая система, элементы которой решают конкретные задачи и тем самым обеспечивают выполнение глобальной целевой функции в целом. Разработанная целевая функция управления включает

полный набор критериев работоспособной транспортной системы, который можно расширять и детализировать.

Ключевые слова: транспорт, управление, организационно-техническая система, целевая функция управления, система информационной поддержки принятия решений.

FORMATION THE TARGET FUNCTION OF CONTROL IN THE TRANSPORT SYSTEM

Lukomskaya Olga Yu. – Ph.D., Associate Professor, Leading Researcher of Laboratory of Intelligent Transport Systems of Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences

Associate Professor of the Department Ship Control Systems of Saint-Petersburg Electrotechnical University

Abstract. Actuality of work is emphasized by a large number of existing technical solutions, modern models of urban transport system management which do not fully implement management functions. The transport system is considered as an organizational and technical system, the elements of which solve specific tasks and thereby ensure the fulfillment of the global objective function as a whole. The developed target function of control includes a complete set of criteria of a workable transport system, which can be expanded and detailed.

Keywords: transport, management, organizational and technical system, target management function, decision-making information support system.

В последние десятилетия наблюдаем: во-первых, интенсивное развитие информационных, компьютерных и транспортных технологий; во-вторых, формирование национальных и межгосударственных интегрированных транспортных систем; в-третьих, неуклонный рост их сложности; в-четвертых, повышенные требований к качеству управления транспортными потоками и в-пятых, учет влияния экологического фактора на работу транспортных систем (ТС).

Несмотря на большое число существующих технических решений по повышению пропускной способности транспортных сетей, снижению количества транспортных происшествий и обеспечению высокого уровня безопасности движения, современные модели управления городской транспортной системой не реализуют в полном объеме функции управления.

Перечисленные тенденции обозначили актуальной проблему построения систем управления (СУ) ТС, в которых: уменьшение влияния человеческого фактора на работу систем, повышение их надежности и производительности, удовлетворение растущих требований к применению ресурсосберегающих и экологических транспортных технологий на протяжении всего жизненного цикла [1–10].

Постановка задачи. Транспорт как организационно-техническая система. Любую ТС можно рассматривать как организационно-техническую систему (ОТС). ОТС достаточно представить как совокупность организационной, технической и интерфейсной структур объекта, обеспеченных для выполнения установленных функций заданным объемом ресурсов. Элементы ОТС решают конкретные задачи и тем самым обеспечивают выполнение глобальной целевой функции в целом [1].

Цель создания и функционирования ТС – это «удовлетворить потребности общества, экономики и государства в перевозках регионального, национального и международного масштабов» [2] или «обеспечить жизнедеятельность населения и сокращение издержек общественного производства, обусловленных удаленным местоположением элементов экономической структуры друг от друга» [3].

Для процесса моделирования ОТС первостепенным является определение цели ее функционирования, т.е. выполнение функций, установленных на основных стадиях проектирования и изготовления (для чего создана данная система).

Рассматривая глобальную целевую функцию ТС по структуре ОТС, можно представить ее в виде дерева (см. рис.), в котором:

$Z_{КТСт}$ – целевая функция поддержания функционирования технической структуры,

$Z_{ОСт}$ – организационной структуры на заданных уровнях,

$Z_{ИнфО}$ – целевая функция обеспечения информационного обмена внутри ТС

$Z_{РО}$ – целевая функция поддержки ресурсного обеспечения, а также в математическом виде как композицию ЦФ ее организационной, технических структур и ЦФ обеспечений информационного обмена и ресурсов:

$$Z_{ÎÒÑ} = \{Z_{ÊÒÑ}, Z_{ÎÑ}, Z_{Èíôî}, Z_{ÐÎ}\} = Z_{ÊÒÑ} \circ Z_{ÎÑ} \circ Z_{Èíôî} \circ Z_{ÐÎ}. \quad (1)$$

Формирование набора функционалий работоспособной транспортной системы. Для обеспечения выполнения глобальной целевой функции ТС, следует определить полный набор установленных функций, обозначенных для решения всех задач, стоящих перед системой (таблица), и таким образом сформировать дерево функциональных целей ТС.

Целевая функция управления ТС будет определяться целевой функцией управления состоянием технической структуры ТС и целевой функцией управления состоянием организационной структуры ТС, которые обеспечивают выполнение вышеперечисленных функций, т.е.:

$$Z_{ÒÑ} = \{Z_{ÊÒÑ}, Z_{ÎÑ}\} = Z_{ÊÒÑ} \circ Z_{ÎÑ} = Z^{Á} \circ Z^{ÒðÏ} \circ Z^{ÒÏð} \circ Z^{ÄÒ} \circ Z^{ÐÒÑ}. \quad (2)$$

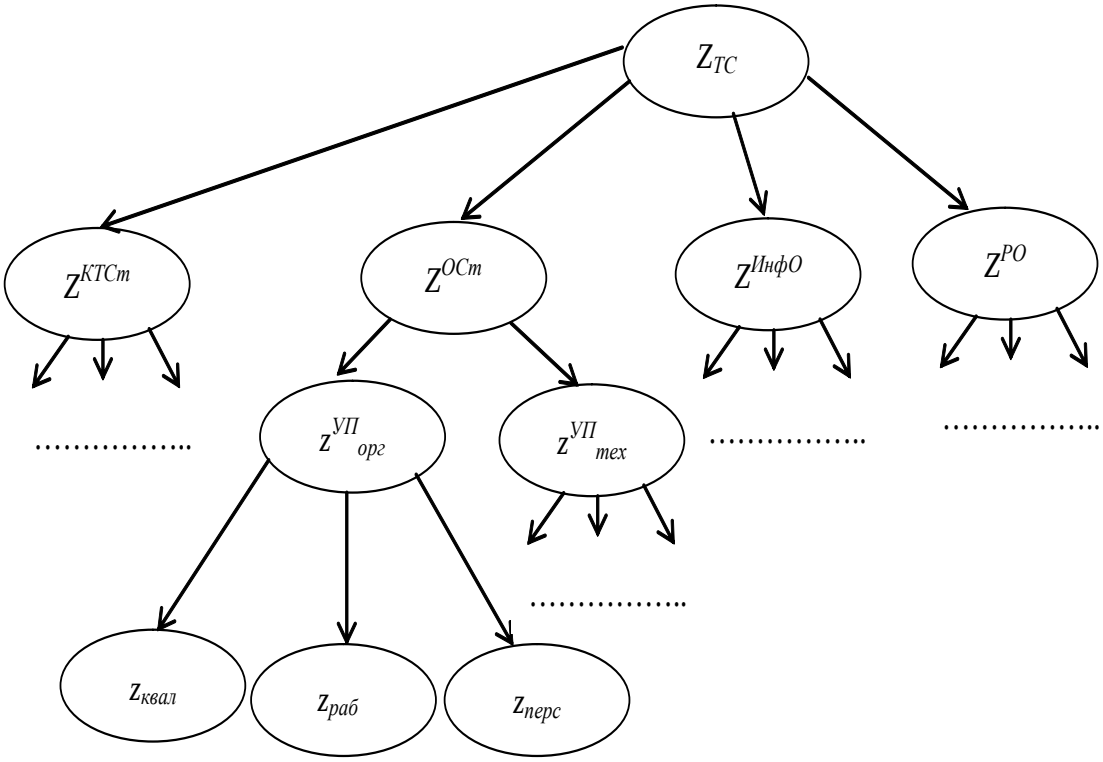


Рисунок – Дерево целей ТС как ОТС

Дерево целей будет строиться по аналогии с приведенным рисунком.

Таблица – Функции транспортной системы

№ п/п	Описание	Чем достигается
1.	Обеспечение безопасности транспортного процесса – динамически устойчивое состояние в процессе транспортировки [4] $Z^{Б}$	1) технической исправностью элементов ТС и неразрывностью их связей; 2) квалифицированным управлением на всех уровнях функционирования ТС (организация управления движением, управление транспортными средствами, управление транспортными потоками и пр.); 3) конструктивной целостностью элементов (транспортных средств, транспортных коммуникаций, сохранность грузов); 4) отсутствием угроз для элементов оргструктуры ТС (жизни и здоровья людей); 5) отсутствием негативного влияния на окружающую среду (экологический фактор); 6) экономической целесообразностью; 7) отсутствием нештатных ситуаций (минимизация влияния природных катаклизмов, снижение развития «человеческого фактора», противопожарная защита, защита от террористических актов).
2.	Обеспечение необходимого объема транспортного потока $Z^{ТрП}$	1) пропускной способностью транспортной коммуникации и транспортных узлов; 2) провозной способностью транспортных средств; 3) скоростью движения транспортного потока; 4) согласованностью транспортного потока; 5) мерой организованности транспортного потока.
3.	Обеспечение непре-рывности процесса транспортировки («от двери до двери», в задан-ные сроки, регулярно) $Z^{ТПр}$	1) устойчивостью процесса транспортировки (с соблюдением плановых транспортных операций в промежутках доверительного интервала); 2) организованностью процесса транспортировки; 3) согласованностью процесса транспортировки.
4.	Доступность в территориальном и экономическом аспектах $Z^{ДТ}$	1) хорошо развитой транспортной сетью с возможностью ее расширения; 2) функционированием и взаимодействием различных видов транспорта (интер- и мультимодальные перевозки); 3) низкими тарифами на транспортировку (перевозку).
5.	Развитие транспортной сети, транспортных элементов, транспортных услуг, в т.ч. инновационное $Z^{РТС}$	1) устойчивостью функционирования ТС; 2) пространственным развитием инфраструктуры агломераций. 3) непосредственное государственное руководством областью народного хозяйства, производящей знания; 4) распределением государственных заказов научным центрам; 5) представлением грантов на проведение фундаментальных научных исследований ученым и обеспечение возможности публикации результатов исследований; 6) созданием благоприятных условий для производства научных знаний и новых технологий в негосударственных учреждениях и предприятиях.

Заключение

В работе представлено исследование транспортной системы как организационно-технической системы, выделены основные элементы транспортной системы, определена главная целевая функция ТС и целевая функция управления, включающая полный набор критериев (функционалий) работоспособной транспортной системы, которую можно расширять и детализировать.

Современные транспортные системы, как правило, обслуживают мультимодальные транспортные потоки, поэтому можно рассматривать управление ТС в рамках единой интеллектуальной мультимодальной транспортной системы РФ [5]. В основе любого управления ТС позиционируется система информационной поддержки принятия решений, позволяющая решить задачу управления транспортным процессом [1, 6, 10]. Структура подобной информационной системы по управлению транспортно-логистическим процессом и формированию транспортно-логистической карты представлена в [6].

В докладе не были представлены факторы управляемости процесса облуживания транспортных потоков, согласованности транспортных потоков, организованности транспортных процессов и фактор резерва пропускной способности систем обслуживания транспортных потоков [7–10], которые, тем не менее, включены в целевую функцию ТС (2).

Используя имитационное моделирование и выполняя мониторинг состояния объекта управления, можно не только обновлять график спектрального распределения событий, но и указывать на нем положение фазовой точки пространства состояний ТС в *i*-тый момент времени ее работы и принимать в соответствии с этим требуемые управленческие решения согласно описанной целевой функции управления ТС и определяемые законами пропорционального управления [8–10].

Список литературы

1. Лукомская О.Ю., Турусов С.Н. Система информационной поддержки организационной готовности персонала корабля. IV Конференция молодых ученых «Навигация и управление движением». СПб.: ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», 2002. С. 253–261.

2. Большие транспортные системы: теория, методология, разработка и экспертиза / В.В. Цыганов [и др.] СПб.: ИПТ РАН. 2016. 216 с.

3. Белый О.В. Проблемы построения и развития транспортных систем. СПб.: «Элмор». 2012. 189 с.

4. Лукомский Ю.А., Скороходов Д.А., Стариченков А.Л. Обеспечение безопасности водных транспортных средств. СПб.: «СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2012. 244 с.

5. Концептуальные подходы к построению интеллектуальной мультимодальной транспортной системы РФ / М.Ю. Аванесов [и др.] // Информация и космос. 2016. № 3. С. 8–17.

6. Лукомская О.Ю. О проектировании интеллектуальной мультимодальной транспортной системы // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2016: материалы Международной научно-практической конференции. СПб: ИПТ РАН. Санкт-Петербург. 2016. С. 165–169.

7. Селиверстов С.А., Селиверстов Я.А. Разработка модели городского анализатора данных для интеллектуальной транспортной системы "Умного города" // Транспорт: наука, техника, управление. 2016. № 12. С. 3–23.

8. Лукомская О.Ю. Модели и алгоритмы оптимальности регулярных транспортных потоков с использованием интеллектуальных систем управления судопропуском // Известия СПбГЭТУ ЛЭТИ. 2014. № 5. С. 34–37.

9. Селиверстов Я.А. Моделирование процессов распределения и развития транспортных потоков в мегаполисах // Известия СПбГЭТУ ЛЭТИ. 2013. № 1. С. 43–49.

10. Селиверстов С.А., Селиверстов Я.А., Лукомская О.Ю., Асаул М.А. Разработка имитационной модели управления прохождением судов через систему судопропуска Волго-Донского судоходного канала // Морские интеллектуальные технологии. 2017. Т. 3. № 3 (37). С. 105–114.

УДК 656.6

ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПУНКТАХ ПРОПУСКА ЧЕРЕЗ ГОСУДАРСТВЕННУЮ ГРАНИЦУ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ МЕЖДУНАРОДНЫХ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ И ПАССАЖИРОВ

Володин Алексей Борисович *– кандидат технических наук, директор Научно-образовательного центра морского и речного транспорта*
Российский университет транспорта (МИИТ)

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы развития системы международных пунктов пропуска, функционирующих в пределах объектов транспортной инфраструктуры. Предлагается использование перспективных информационных технологий при организации и эксплуатации международных пунктов пропуска.

Ключевые слова: международные перевозки, пункт пропуска, транспортная инфраструктура.

APPLICATION OF PERSPECTIVE TECHNOLOGIES IN CHECKPOINTS THROUGH THE STATE BORDER WHEN ORGANIZING INTERNATIONAL CARRIAGE OF CARGO AND PASSENGER

Volodin Aleksey B. – Ph.D. (technique), Director of the Scientific and Educational Center for Sea and River Transport
Russian University of Transport (MIIT)

Abstract. The article deals with the development of the system of international checkpoints operating within the objects of transport infrastructure. Proposes the use of promising information technologies in the organization and operation of international checkpoints.

Keywords: international transport, checkpoint, transport infrastructure.

Пункты пропуска через государственную границу представляют собой совокупность технологически увязанных с транспортными объектами международного значения (морскими и речными портами, аэропортами, железнодорожными и автомобильными станциями) современных специализированных систем, позволяющих осуществлять государственный контроль на границе, в целях обеспечения безопасности общества и государства и служат коридорами, через которые проходит международное транспортное сообщение.

В Российской Федерации 314 функционирующих пунктов пропуска из 386 установленных. Из них автомобильных – 108, железнодорожных 56, воздушных – 82, морских – 57, смешанных 7, речных и озерных 3 и один пешеходный функционирующие пункты пропуска.

Пропуск лиц, транспортных средств, грузов, товаров и животных через государственную границу включает осуществление пограничного и таможенного контроля, а в случаях, установленных международными договорами Российской Федерации и федеральными законами, и иных видов контроля.

Для проведения государственного контроля в пунктах пропуска создаются необходимые здания и сооружения и 19 систем, в том числе паспортного (пограничного) контроля, бесконтактного измерения температуры тела лиц; осмотра (досмотра) багажа и ручной клади, осмотра (досмотра) транспортных средств и товаров, радиационного контроля и пр.

Системы, обеспечивающие работу пунктов пропуска, характеризуются как локальные и ведомственные, не ориентированные на использование гражданским потребителем.

С целью повышения качества работы автомобильных пунктов пропуска (далее – АПП) в рамках Федеральной целевой программы Государственная граница Российской Фе-

дерации (2012–2020 годы) в 2013–2015 годах Росграницей была проведена научно-исследовательская работа на тему «Создание Интегрированной системы управления пропуском через государственную границу Российской Федерации» (далее – ИСУП ГГ).

ИСУПП ГГ предназначена для:

1. Управления транспортными потоками на подъезде к АПП с целью оптимизации загрузки и минимизации времени нахождения транспортного средства (далее – ТС) на АПП;
2. Автоматизации регистрации даты и времени въезда грузовых ТС на территорию АПП и выезда с территории АПП.
3. Автоматизации контроля за последовательностью прохождения грузовыми ТС мест таможенного контроля, досмотра и оформления в АПП.
4. Автоматизации процесса полного взвешивания ТС (статического и в движении) и поосного взвешивания в движении ТС.
5. Автоматизации процесса определения габаритных характеристик (длина, высота и ширина) грузового ТС.
6. Анализа и прогнозирования транспортных потоков, пересекающих Государственную границу РФ в АПП и др.

Предусматривалось, что в оснащенных системой автомобильных пунктах пропуска время прохождения зоны весового и транспортного контроля должно сократиться на 70%, время ожидания в очереди не должно превышать 30 минут, а пропускная способность АПП должна увеличиться на 20% [2].

Еще одним новшеством ИСУПП ГГ стало – внедрение системы онлайн-резервирования времени пересечения государственной границы в автомобильных пунктах пропуска.

Изучение международного опыта стран, пограничных с Россией, показало, что в аналогичном направлении движутся Китай, Латвия, Литва и Финляндия.

Таким образом ИСУП ГГ могла стать эффективным средством регулирования трансграничных транспортных потоков, предупреждения образования очередей и длительного ожидания автотранспортных средств на подъездах к пунктам пропуска и на въезде в них, что, в свою очередь, позволит более эффективно распределять нагрузки на сами пункты пропуска.

Однако, НИОКР по созданию ИСУП ГГ с 2015 года прекращена в связи с упразднением Росграницы.

Вместе с тем, заложенные в ИСУПП ГГ технологии являются инновационными для России, способными решить задачу «пробок» на границе. Целесообразным представляется пересмотреть результаты НИОКР, взять их за основу, доработать с учетом включения ряда дополнительных модулей, в том числе сопряжении с сервисами государственных контрольных органов, а также с дорожными сервисами по обе стороны государственной границы.

В этой связи интересным представляется опыт США по внедрению систем SENTRI и NEXUS в целях сокращения времени пропуска физических лиц и автотранспортных средств через границу.

SENTRI – это система, обеспечивающая ускоренную обработку сотрудниками Агентства пограничной и таможенной безопасности Министерства национальной безопасности США, процесса пересечения границы предварительно проверенными гражданами, как представляющими низкую степень риска национальной безопасности США. Для того чтобы быть включенным в эту категорию граждан, физические лица должны добровольно подвергнуться полной проверке биографических данных на предмет совершенных преступлений, правонарушений, а так же не должны состоять в базах данных на предмет нарушения таможенного, иммиграционного законодательства и не состоять в террористических организациях. Участие в данной системе платное - общий вступительный взнос составляет 122.25$ и действителен в течение 5 лет. Как только претендент одобрен, он получает радиочастотную идентификационную карту (RFID), идентифицирующую его статус в базе данных, прибывая в США через морские и сухопутные пункты пропуска. Подобная RFID карта также выдается претенденту на его транспортное средство. По прибытию гражданина с RFID картой в пункт

пропуска он движется по специально выделенной полосе SENTRI, система автоматически идентифицирует транспортное средство и его владельца, что позволяет сократить время контрольных процедур в среднем с 30-40 до 10 секунд. На сегодняшний день полосы SENTRI функционируют в пунктах пропуска через американо-мексиканскую государственную границу.

Подобная система, имеющая название NEXUS существует между канадскими и американскими миграционными службами, однако в отличие от SENTRI, которая является собственно американской и действует исключительно на въезд в США со стороны Мексики, NEXUS является совместной программой компетентных органов США и Канады и действует в обоих направлениях для двух стран.

Вместе с тем, создание ИСУПП ГГ целесообразно увязывать с созданием автоматизированной информационной системы «единое окно», в рамках которой подсистема на уровне конкретного пункта пропуска должна обеспечивать не только возможность подачи информации в виде электронного документа (сообщения) и ее диспетчеризации, но и другие специальные функции, в том числе такие как:

– информационное взаимодействие с существующими информационными системами государственных контрольных органов;

– коммутация с информационными системами транспортных, торговых и других организаций на основе единых проформ документов и стандартизированных сообщений;

– формирование диспетчерского плана – графика обработки и обслуживания транспортных средств в пунктах пропуска через государственную границу;

– расчет и уплата пошлин, сборов, налогов, других платежей [3].

Важным фактором, обеспечивающим работоспособность данной системы должны стать единые стандартные формы предоставления информации и документы, сопряженные с формами предоставления информации в других государствах.

Список литературы

1. Российское пограничье: социально-политические и инфраструктурные проблемы / Под ред. В.А. Колосова и А.Б. Володина. М.: 2016. 188 с.

2. Слобожанов В.Н. Электронный автомобильный пункт пропуска: создание интегрированной системы управления // Российское пограничье: социально-политические и инфраструктурные проблемы. / Под ред. В.А. Колосова и А.Б. Володина. М. 2016. С. 170–173.

3. Володин А.Б. Концепции и направления развития автоматизированной информационной системы «единое окно» // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2017: материалы Международной научно-практической конференции. ИПТ РАН. СПб: 2017. С. 190–197.

УДК 338.47:656 (470.1/.2+571.121)

ОПОРНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ СЕТЬ И ТРАНСПОРТНАЯ ДОСТУПНОСТЬ СЕВЕРНОГО РЕГИОНА

Киселенко Анатолий Николаевич *– доктор технических наук, доктор экономических наук, профессор, руководитель лаборатории проблем транспорта Института социально-экономических и энергетических проблем Севера*

ФГБУН Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук

Аннотация. В работе на основе разработанной методологии формирования построена опорная транспортная сеть Европейского и Приуральского Севера России. На ее базе сформирован остов (каркас) транспортной доступности, обеспечивающей доступность

транспортных услуг между основными населенными пунктами и экономическим центрами рассматриваемого региона.

Ключевые слова: опорная транспортная сеть, методология, транспортная доступность, узлы, база данных, сценарии, населенный пункт, экономический центр.

BASIC TRANSPORT NETWORK AND TRANSPORT AVAILABILITY OF THE NORTHERN REGION

Kiselenko Anatoly N. – doctor of technical Sciences, doctor of economic Sciences, professor, head of the laboratory of transport problems Institute of socio-economic and energy problems of the North

Komi scientific center of the Ural branch of the Russian Academy of Sciences

Abstract. In the work, on the basis of the developed methodology of the formation, the supporting transport network of the European and Priuralsky North of Russia was built. On its base the skeleton (framework) of the transport availability providing availability of transport services between the main settlements and economic centers of the considered region is created.

Keywords: basic transport network, methodology, transport accessibility, hubs, database, scenarios, settlements, economic center.

В работе под регионом понимается Европейский и Приуральский Север России (ЕиПСР), включающий в себя Архангельскую, Вологодскую и Мурманскую области, республики Карелия и Коми, Ненецкий автономный округ, Ямальский и Приуральский районы, городские округа Салехард и Лабытнанги Ямало-Ненецкого автономного округа.

Методология формирования опорной транспортной сети (ОТС) ЕиПСР включает в себя:

- классификацию узлов транспортной сети;
- базу данных о мощностных характеристиках транспортных объектов ЕиПСР;
- выбор основных транспортных узлов сети с привязкой к существующей;
- сценарии формирования ОТС.

Классификация узлов транспортной сети основана на дифференциации их на административные центры субъектов ЕиПСР, сетеобразующие (зарождение и поглощение транспортных потоков) и дополнительные (подключение к сети удаленных сетеобразующих узлов).

База данных о мощностных характеристиках транспортных объектов ЕиПСР включает в себя: провозные и пропускные способности узлов и дуг, мощностные характеристики транспортных объектов транспортной сети ЕиПСР.

Методология выбора основных транспортных узлов состоит из формирования перечней:

1) населенных пунктов ЕиПСР с численностью более 15 тыс. чел.;

2) административных центров субъектов ЕиПСР;

3) крупных производственных центров (в том числе центры добычи полезных ископаемых);

4) крупных транспортных узлов.

Сценарии формирования ОТС могут быть самыми различными: инерционный (энерго-сырьевой), инновационный и др. Энерго-сырьевой вариант прогнозирует развитие транспорта в основном для транспортного обеспечения освоения полезных ископаемых. Инновационный вариант позволяет создать условия для развития инновационной составляющей экономики.

Транспортной доступностью является возможность перевозки пассажиров и грузов современными видами транспорта из одного места (точки пространства) в другое. Сегодня в научном сообществе в зависимости от направления науки имеется свои вариации определе-

ния транспортной доступности [1–7]. Основными оценками транспортной доступности являются: расстояние, время и стоимость перевозки одного пассажира (одной тонны груза).

Остовом (каркасом) транспортной доступности является опорная транспортная сеть, обеспечивающая доступность транспортных услуг между основными населенными пунктами и экономическими центрами региона.

Существующие классические подходы (коэффициент Энгеля, Успенского и др.) в северных регионах практически не действуют, поэтому в исследовании речь идет о транспортной доступности населения населенных пунктов и экономических центров.

Список литературы

1. Киселенко А.Н., Сундуков Е.Ю., Яхимович О.Р. Транспортная доступность в северном регионе: создание опорных точек // Мир транспорта. 2006. № 1. С. 94–97.

2. Дубовик В.О. Методы оценки транспортной доступности территории // Региональные исследования. 2013. № 4 (42). С. 11–18.

3. Социально-экономическая география: понятия и термины. Словарь-справочник. Отв. ред. А.П. Горкин. Смоленск: Ойкумена. 2013. 328 с.

4. Дубовик В.О. Сравнительный анализ методов транспортной доступности территории: материалы V Межрегиональной с международным участием научно-практической конференции преподавателей, научных сотрудников, аспирантов, студентов «Социально-экономические, исторические и культурные аспекты регионального развития». Старая Русса. 2014. С. 75–79.

5. Большаков Н.М., Еремеева Л.Э., Попов Е.Ю. Методологические подходы к оценке транспортной доступности территории // Актуальные проблемы, направления и механизмы развития производственных сил Севера – 2016: материалы V Всероссийского научного семинара, 21-23 сентября 2016 г., Сыктывкар: в 2 ч. Сыктывкар: ООО «Коми республиканская типография». 2016. Ч. II. С. 135–142.

6. Гольц Г.А. Транспорт и расселение. М.: Наука. 1981. 248 с.

7. Мартыненко А.В., Петров М.Б. Влияние транспортной сети на показатели доступности (на примере Свердловской области) // Региональные исследования. 2016. № 2 (52). С. 21–30.

УДК 656.34

ПРИМЕНЕНИЕ ЭСТАКАДНОГО ТРАНСПОРТА ДЛЯ СЕВЕРА РОССИИ

Сундуков Евгений Юрьевич *– кандидат экономических наук, старший научный сотрудник лаборатории проблем транспорта Института социально-экономических и энергетических проблем Севера*

ФГБУН Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук

Аннотация. В работе отмечается, что освоение северных территорий России не носит системного характера, связано со значительными затратами на сооружение и обслуживание транспортных объектов. Защиту путевых сооружений и движущихся транспортных средств от различных природных явлений позволяет обеспечить эстакадное исполнение путепроводов. Рассмотрены различные варианты эстакадного транспорта и возможности их применения в условиях Севера России. Предлагается создание транспортных систем на основе эстакады арочного типа и магнитолевитационных технологий. Затронуты вопросы электромагнитной безопасности подобных систем.

Ключевые слова: эстакадный транспорт, Север России, эстакада арочного типа, магнитолевитационные технологии, электромагнитная безопасность.

APPLICATION OF TRESTLE TRANSPORT FOR THE NORTH OF RUSSIA

Syndykov Evgeny U. – PhD (economics), Senior Researcher of the Laboratory of transportation problems Institute of socio-economic and energy problems of the North
Komi scientific center of the Ural branch of the Russian Academy of Sciences

Abstract. In work it is noted that development of northern territories of Russia has no system character, it is connected with considerable costs of a construction and service of transport objects. An execution of guideways in trestle type allows to provide protection of transport constructions and moving vehicles from various natural phenomena. Various options of trestle type transport and a possibility of their application in the conditions of the North of Russia were to be considered. The creation of the transport systems on the basis of a trestle of arch type and magnetolevitation technologies is offered. The questions of electromagnetic safety of similar systems are raised.

Keywords: trestle transport, North of Russia, trestle of arch type, magnetolevitation technologies, electromagnetic safety.

Освоение северных территорий России не носит системного характера [1]. Это относится и к дорожному строительству. Зачастую при принятии решения о строительстве того или иного участка путей сообщения учитываются только кратковременные интересы разработчиков месторождений природных ресурсов. По мере выработки месторождений или завершения строительства промышленных объектов вблизи их железнодорожные и автомобильные подъезды к ним становятся малоиспользуемыми, а содержание требует значительных затрат. Поэтому владельцы принимают решение отказаться от дальнейшей эксплуатации. Так, в июне 2015 г. на Ямале закрыта часть железнодорожной линии Новый Уренгой – Ямбург, которая эксплуатировалась с 80-х гг. прошлого столетия. При возведении дороги были затрачены значительные финансовые средства и проделана огромная работа, в т.ч. создана насыпь высотой 8-10 метров для защиты полотна от снежных заносов.

Железные и автомобильные дороги на Севере России проходят по лесотундре, через реки и болота, в районах вечной мерзлоты, что значительно поднимает стоимость их строительства.

Защиту путевых сооружений и движущихся транспортных средств от повышения уровня водотоков, снежных заносов, других атмосферных явлений позволяет обеспечить эстакадное исполнение путепроводов.

Наиболее распространенными транспортными системами эстакадного типа являются монорельсовые дороги. В работе [2] дана краткая характеристика опорного и подвесного вариантов монорельса, перечислены реализованные в них технические достижения. Исходя из опыта создания Московской монорельсовой транспортной системы, обосновано осуществление подобного проекта на Урале, а также целесообразность внедрения монорельса в транспортно-логистическую структуру региона.

В последнее время на международных транспортных форумах широко обсуждается магнитолевитационная технология «вакуумной трубы» [3]. Транспортное средство, представляющее собой капсулу в виде герметичного модуля небольшой вместимости, обладая левитационными качествами, разгоняется с помощью линейного синхронного двигателя до номинальной скорости и далее передвигается в трубе к пункту назначения без дополнительных затрат мощности. В трубе, из которой выкачан воздух, вследствие чего практически отсутствует аэродинамическое сопротивление, можно достичь скорости 1000 км/ч и даже сверхзвуковые – до 8000 км/ч. Вакуумная транспортная труба (две трубы – в прямом и обратном направлении) может располагаться на эстакаде.

По мнению специалистов Института медико-биологических проблем РАН, идея создания вакуумного поезда интересна, но сопряжена с риском для пассажиров.

Струнные транспортные технологии более безопасны и их можно применить в условиях Севера России [4]. По существу они являются эстакадными. В транспортно-инфраструктурном комплексе SkyWay под Минском уже три года ведутся работы по испытанию новых видов подвижного состава, созданы два участка пассажирских линий: одна на анкерных опорах – скоростная двухуровневая для подвесного и навесного транспорта, другая – для городского монорельсового подвесного транспорта, а также создается грузовая линия. В октябре 2018 г. SkyWay начал подготовку к испытаниям суперлегкого варианта струнных дорог и нового инфраструктурного комплекса на основе арочных конструкций [5].

При строительстве транспортных объектов в условиях вечной мерзлоты необходимо учитывать специфические особенности. Строительство Цинхай-Тибетской железной дороги в Китае представляло серьезную инженерную проблему [6]. Верхний слой вечной мерзлоты имеет свойство в краткий летний период оттаивать, порой превращаясь в труднопроходимое болото. В этой связи реальную угрозу представляли подвижки почвы, что могло привести к деформации и разрушению пути. Для того чтобы ликвидировать такой риск, проектировщики дороги разработали специальную схему ее устройства, фактически изолирующую какое-либо влияние магистрали на окружающую среду и, наоборот, среды на магистраль. Рельсы укладывались на специальную насыпь из булыжников, засыпанных песчаным слоем. В поперечной проекции насыпь перфорировалась сквозной сетью труб для обеспечения лучшей ее вентиляции, а ее склоны закрывались специальными металлическими листами, отражающими солнечный свет и тем самым еще более препятствовавшими ее нагреванию. Для компенсации перепадов высот в районах строительства значительная часть магистрали проложена по эстакадам. Опоры этих эстакад представляют собой сваи, основания которых глубоко вморожены, благодаря чему сезонные оттаивания верхнего ее слоя не оказывают никакого влияния на стабильность конструкции сооружения. Промежутки между опорами-колоннами не препятствуют свободной циркуляции воздуха под ними, что позволяет минимизировать дополнительный тепловой эффект от железной дороги. Новая железная дорога значительно активизировала экономическое развитие Тибета и соседней провинции Цинхай.

В условиях Арктической зоны РФ такие технологии не везде могут быть использованы. На севере Ямала [7] толщина слоя вечной мерзлоты достигает 400 м.

Климатические изменения актуализируют вопросы безопасности, так как представляют собой множитель рисков для Арктики. Деградация вечной мерзлоты может привести к деформации и даже разрушению транспортных путей, строений и других объектов инфраструктуры [8].

Для уменьшения рисков функционирования транспортных магистралей в условиях Севера России предлагаем использовать арочные эстакады для перемещения малогабаритных модулей с использованием магнитолевитационных (маглев) технологий [9].

В сентябре 2018 г. состоялась 24-я Международная конференция Maglev-2018. Сегодня в 26 странах действуют высокоскоростные маглев линии, три страны освоили их коммерческую эксплуатацию – это Китай, Корея и Япония. Японии понадобилось более 50 лет для того, чтобы начать коммерческую эксплуатацию маглев транспорта, много времени заняли вопросы, связанные с обеспечением работоспособности системы, её безопасности и устойчивости [10].

Вопросы электромагнитной безопасности подобных систем изучены специалистами ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. академика И.П. Павлова» Минздрава РФ. Авторы работы [11] приводят следующие данные: «Чтобы воздействие магнитных полей (МП) на персонал, обслуживающий Маглев трассу в экипаже и на инфраструктурных объектах, соответствовало действующему регламенту при длительности нахождения в засоренной среде до одного часа, источники постоянного МП (массивы Хальбаха) должны находится на расстоянии более 20 см от человека, а источник переменного МП (активная путевая обмотка статора) на расстоянии более 40 см». В принципе, арочная эстакада позволяет обеспечить такие расстояния. Кроме того, возможно

использование поглощающих либо отражающих экранов (зонтиков), а источники МП располагать в специальном коробе, значительно сокращающем электромагнитные излучения.

Общий вид арочной эстакады с подвешенным малогабаритным транспортным модулем показан на рисунке 1, где обозначены: 1 – малогабаритный транспортный модуль, 2 – источник постоянного МП для взаимодействия с обмоткой ускоряющего электромагнита, 3 – источник постоянного МП для взаимодействия с обмоткой электромагнитного ограничителя перемещений, 4 – несущая конструкция арочной эстакады, 5 – источник переменного МП (виток обмотки ускоряющего электромагнита), 6 – источник переменного МП (виток обмотки ограничителя перемещений), 7 – опорная поверхность. Источники 6 могут быть заменены источниками постоянного МП (магнитными рельсами).

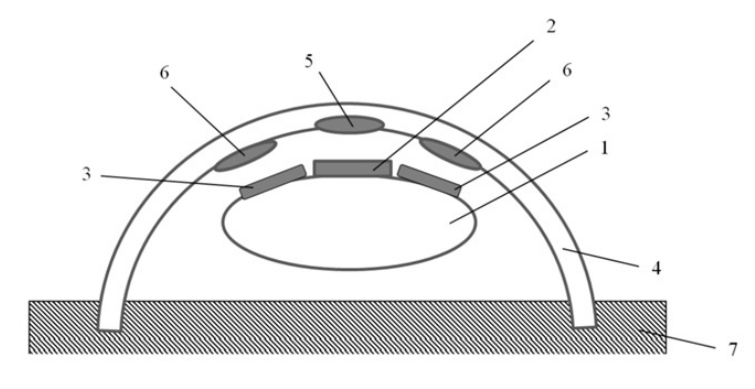


Рисунок 1 – Арочная эстакада с подвешенным малогабаритным транспортным модулем

«Думаю, у России высокие шансы на внедрение магнитолевитационного транспорта, ведь сама природа, расположение городов, длинные расстояния – благоприятная среда для подобных технологий», – отметил председатель международного управляющего комитета конференции Maglev-2018 профессор Хироюки Охсаки [11].

Список литературы

1. Киселенко А.Н., Сундуков Е.Ю. Применение транспортных систем эстакадного типа в Европейской и Приуральской Арктике // Актуальные проблемы, направления и механизмы развития производительных сил Севера – 2016: материалы V Всероссийского научного семинара: в 2 частях. 2016. С. 171–176.

2. Вершинина Н.В., Трапезников М.Б. Внедрение монорельса в транспортно-логистическую структуру региона // Транспорт Урала. 2014. № 1 (40). С. 3–7.

3. Антонов Ю.Ф., Ли В. Сверхзвуковой наземный транспорт в разреженной среде ограниченного пространства: прорывное или тупиковое направление? // Транспортные системы и технологии. 2017. № 1 (7). С. 35–46.

4. Назин Г.И., Новицкий В.Ф., Соколов В.Г., Шевченко Н.Г., Юницкий А.Э. Новые технологии в создании транспортных систем северных и восточных регионов России // Сибирская финансовая школа. 2006. № 4 (61). С. 1–9.

5. Суперлёгкий SkyWay: выигрыш по скорости, качеству и цене / Сайт «Струнные технологии Юницкого». URL: http://yunitskiy.com/news/2018/news20181011.htm (дата обращения 24.10.2018).

6. Кондратьев В.Г. Опыт строительства и проблемы стабильности земляного полотна Цинхай-Тибетской железной дороги на участках вечной мерзлоты // Транспорт Российской Федерации. 2009. № 6 (25). С. 52–55.

7. Ученые оценят состояние вечной мерзлоты на Ямале / Сайт «Сетевое издание РИА Новости». URL: https://ria.ru/eco/20110915/437842996.html.pdf (дата обращения 15.09.2011).

8. Молчанов В.П., Акимов В.А., Соколов Ю.И. Риски чрезвычайных ситуаций в Арктической зоне Российской Федерации. Москва, 2011. 300 с.

9. Sundukov E., Selivanov L., Sundukova V. The maglev-systems on the basis of trestle of arch type // The MAGLEV 2018 Conference Russia, St. Petersburg, together with MTST 2018 Conference, September 5-8, 2018. URL:http://rusmaglev.com/wp-content/uploads/2018/07/Tezisy-Maglev-2018.pdf. P.121.

10. Позолотчикова Я. Maglev в России: ученые обсудили перспективный транспорт / Сайт АО «Издательский дом «Гудок». URL: http://www.gudok.ru/science_education/?ID=1433700 (дата обращения 05.09.2018).

11. Власов Т.Д., Рубинский А.В. Эксплуатация транспортной системы «Российский Маглев» и медикобиологические Аспекты безопасности // Магнитолевитационные транспортные системы и технологии. 2017. Том 3, № 3. С. 111–132. DOI: http://dx.doi.org/10.17816/transsyst201733111–132.

УДК 338.47:656 (470.1/.2+571.121)

МАГИСТРАЛЬНЫЙ ТРУБОПРОВОДНЫЙ ТРАНСПОРТ НА СЕВЕРЕ РОССИИ

Фомина Ирина Валерьевна *– научный сотрудник лаборатории проблем транспорта Института социально-экономических и энергетических проблем Севера ФГБУН Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук*

Аннотация. В работе дается характеристика деятельности трубопроводного транспорта на территории Европейского и Приуральского Севера России. Показаны основные источники грузопотоков для магистральных нефтепроводов и газопроводов региона. Рассмотрены вопросы формирования экспортных грузопотоков. Определены дальнейшие перспективы развития магистрального трубопроводного транспорта.

Ключевые слова: источники грузопотоков, газ, нефть, ПАО «Газпром», Ямал, транзит, экспорт, перспективы развития, Северный поток.

MAIN PIPELINE TRANSPORT IN THE NORTH OF RUSSIA

Fomina Irina V. – Researcher of the Laboratory of transport problem Institute of socio-economic and energy problems of the North Komi scientific center of the Ural branch of the Russian Academy of Sciences

Abstract. In article the characteristic of activity of pipeline transport in the Cisural North of Russia is given. The basis sources of freight traffics for the main oil pipelines and gas pipelines transport in the region are shown. Questions of development of export freight traffics are considered. The further prospects of development of the main pipelines transport are defined.

Keyword: sources of freight traffics, gas, oil, PJSC Gazprom, Yamal, transit, export, prospects of development, Nord Stream.

По территории Европейского и Приуральского Севера России (ЕиПСР) проходят трассы нескольких крупных магистральных газопроводов и нефтепроводов, основное назначение которых: газопроводов (ПАО «Газпром») – снабжение естественным газом потребителей на Северо-Западе России и обеспечение экспортных поставок газа в европейские страны с месторождений Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО); для нефтепроводов (ПАО «Транснефть») – транзит сернистой нефти с месторождений Республики Коми и Ненецкого автономного округа для последующего экспорта за рубеж.

Основными источники грузопотоков для магистральных газопроводов ЕиПСР являются Бованенковское нефтегазоконденсатное месторождение (НГКМ), расположенное на

полуострове Ямал, и месторождения Надым-Пур-Тазовского района ЯНАО (Ямбурское, Уренгойское, Медвежье и др.). С Бованенковского НКГМ (запасы которого оцениваются более чем в 4,9 трлн м^3) берут свое начало газопроводы «Бованенково – Ухта» и «Бованенково – Ухта – 2», которые имеют продолжение в виде системы газопроводов «Ухта – Торжок» и обеспечивают наполнение газом экспортного газопровода «Северный поток» (*Nord Stream*). В настоящее время ведется строительство газопровода «Ухта – Торжок – 2». По планам ПАО «Газпром» к 2020 г. [1] газопроводы «Бованенково – Ухта – 2» и «Ухта – Торжок – 2» должны выйти на проектные мощности. Месторождения Надым-Пур-Тазовского района ЯНАО обеспечивают транзитные поставки естественного газа через многониточную газопроводную систему «Уренгой – Надым – Перегребное – Ухта – Торжок» до потребителей, расположенных в Северо-Западных и Центральных регионах России. По прогнозу ряда экспертов [2] в долгосрочной перспективе ожидается снижение объемов добычи газа на этих месторождениях за счет их перехода в режим падающей добычи.

Основным источником грузопотоков для магистральных нефтепроводов на ЕиПСР («Уса – Ухта» и «Ухта – Ярославль») являются месторождения Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции (НГП), начальные суммарные ресурсы (извлекаемые) запасы которой оцениваются в 5,6 млрд т [3].

Магистральными трубопроводами ЕиПСР обеспечиваются экспортные поставки естественного газа и нефти. Основными газопроводами, обеспечивающими поставки газа на европейский рынок с территории ЕиПСР являются «Северный поток» (две нитки, суммарной мощностью 55 млрд м^3) и «Ямал – Европа» (мощностью 32,9 млрд м^3). Трассы газопроводов проходят в обход Украины. При этом газопровод «Северный поток» (*Nord Stream*) является продолжением магистрального газопровода «Грязовец – Выборг», а экспортные поставки по газопроводу «Ямал – Европа» обеспечивается газопроводом «СРТО – Торжок». В 2017 г. группа «Газпром» обеспечила экспортные поставки газа на европейский (в том числе и турецкий рынок) в размере 194,4 млрд м^3 [1], при этом компания прогнозирует дальнейший рост потребления естественного газа в Европе, и, соответственно, увеличение объемов его экспорта. Только за девять с половиной месяцев 2018 г. объем текущих экспортных поставок газа группой «Газпром» в Дальнее Зарубежье возрос более чем на 5% по сравнению с аналогичным периодом 2017 г. и составил 156,5 млрд м^3 [4].

Сернистая нефть с Тимано-Печорской НГП по магистральным нефтепроводам «Уса – Ухта» и «Ухта – Ярославль» направляется в Ярославль, где смешивается с нефтью с месторождений Западной Сибири и Урало-Поволжья. Через Балтийскую трубопроводную систему – 1 экспортируется в западном направлении через порт Приморск. В настоящее время доля тимано-печорской нефти в составе экспортного сорта *Urals* составляет 3,2% [5].

Дальнейшие перспективы развития трубопроводного транспорта ЕиПСР связаны с расширением мощностью действующих магистральных трубопроводов и строительства новых объектов. В краткосрочной перспективе – это завершение строительства к 2019 г. газопровода «Ухта – Торжок – 2» мощностью 45 млрд м^3 для обеспечения дополнительных поставок газа на Северо-Запад России и экспортных поставок по «Северному потоку – 2» (ввод в эксплуатацию этого газопровода запланирован на IV квартал 2019 г). Основными потребителями газа при реализации проекта «Северный поток – 2» являются Германия, Великобритания, Нидерланды, Франция, Дания (те же, что у первых двух ниток «Северного потока») и др. Суммарная годовая производительность газопровода («Северный поток» и «Северный поток – 2») достигнет 110 млрд м^3.

Комплексным планом модернизации и расширения магистральной инфраструктуры [6] на 2020 г. запланировано строительство магистрального газопровода «Ухта – Торжок. III нитка (Ямал)» мощностью 45 млрд м^3.

Согласно Схеме территориального планирования РФ [7] на территории ЕиПСР планируется расширение мощности действующих магистральных газопроводов «Бованенково – Ухта» и «Бованенково – Ухта – 2» за счет строительства четырех ниток (третья: в 2021 – 2023 гг., четвертая: 2025 – 2027 гг.; пятая: 2029 – 2031 гг.; шестая: после 2030 г.). Увеличение мощности этих газопроводов требуется для обеспечения газом строящегося экспортного га-

зопровода «Северный поток 2» (*Nord Steam 2*). ПАО «Газпром» считает [1] ямальские месторождения (Бованенковское, Харасавейское, Крузернштернское) одним из стратегических регионов добычи на долгосрочную перспективу. При этом дальнейшее освоение Бованенковской группы месторождений на полуострове Ямал будет осуществляться после ввода в эксплуатацию Харасавейского (после выхода на проектную мощность Бованенковского месторождения) и Крузенштернского газоконденсатных месторождений. В настоящие время на Бованенковском НГКМ ведется активное наращивание объемов добычи газа для вывода его на проектную мощность в 115 млрд $м^3$, предусмотрена возможность увеличения газодобычи за счет освоения неоком-юрских залежей на месторождении до 140 млрд $м^3$ к 2029 – 2030 гг.

В долгосрочной перспективе (на 2027 – 2029 гг.) запланировано строительство газопровода «Ухта – Чебоксары» [7], строительство газопровода «Мурманск – Волхов» в рамках освоения Штокмановского газоконденсатного месторождения (который числится как перспективный проект, реализация которого была отложена).

Также следует отметить наличие проектов, связанных с развитием объектов транспортной инфраструктуры в районе п. Индига (НАО): нефтепровода, нефтяного терминала, завода по производству сжиженного природного газа (проект «Печора СПГ»).

В целом, в деятельности трубопроводного транспорта ЕиПСР на перспективу его роль в обеспечении газоснабжение потребителей на Северо-Западе РФ и экспортные поставки нефти и газа сохраниться, при этом основные источники грузопотоков (месторождения полуострова Ямал и Тимано-Печорской НГП) существенно не изменяется.

Список литературы

1. Годовой отчет ПАО «Газпром за 2017 год». URL: http://www.gazprom.ru/f/ports /85/227737/gazprom_annual_2017_rus.pdf (дата обращения 26.10.2018 г.).

2. Рабчук В.И., Сендеров С.М., Воробьёв С.В. Проблемы обеспечения энергетических потребностей России до 2030 года при реализации стратегических угроз энергетической безопасности // Энергетическая политика. 2017. Вып.1. С. 84 – 93.

3. Григорьев Г.А., Прищепа О.М., Отмас А. А. (старший). Оценка инвестиционной привлекательности локальных объектов нераспределенного фонда недр Тимано-Печорской провинции // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2014. Т. 9, № 4. URL: http://www.ngtp.ru/rub/3/45_2014.pdf (дата обращения 23.05.2018 г.). DOI: https://doi.org.ru /10.17353/2070-5379/45-2014.

4. Экпорт Газпрома в дальнее Зарубежье за 9,5 месяцев 2018 года составил 156,5 млрд куб м газа / ООО «Газпром экспорт». URL: http://www.gazpromexport.com/presscenter /information/2249 (дата обращения 29.10.2018 г.).

5. Кацал И.Н. Экспорт российской нефти – аспекты качества и структура поставок: Транснефть. Презентация. Москва, 19 мая 2016 г. URL: www.transneft.ru/u/news_article_file /11242/k.pdf (дата обращения 28.05.2018).

6. Комплексный план модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 года: распоряжение Правительства РФ от 30.09.2018 г. №2101-р. URL: stafic.govermment.ru/media/files/MUNhgWFddP3UfF9RSADW9vxP8zwcB4Y.pdf (дата обращения 26.10.2018 г.).

7. Схема территориального планирования Российской Федерации в области федерального транспорта (в части трубопроводного транспорта): распоряжение Правительства РФ от 06.05.2015 г. № 816-р (в ред. от 23.05.2018 г. № 957-р) // Справочно-правовая система «Консультант плюс».

УДК 338.47:656.7 (470.1/.2+571.121)

ПОВЫШЕНИЕ АВИАЦИОННОЙ ДОСТУПНОСТИ ТЕРРИТОРИИ ЕВРОПЕЙСКОГО И ПРИУРАЛЬСКОГО СЕВЕРА РОССИИ

Фомина Ирина Валерьевна *– научный сотрудник лаборатории проблем транспорта*
Шевелёва Анна Анатольевна *– младший научный сотрудник лаборатории проблем транспорта*
Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера Коми
ФГБУН Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук

Аннотация. В работе рассмотрены вопросы повышения авиационной доступности территории Европейского и Приуральского Севера России. Приведены результаты анализа деятельности аэропортов региона. Показано, что применение механизма субсидирования пассажирских авиаперевозок позволило расширить действующую сеть авиасообщения региона.

Ключевые слова: аэропорты, основные населенные пункты, экономические центры, сеть авиасообщения, местные воздушные линии, пассажирские авиаперевозки, субсидирование пассажирских авиаперевозок, регион.

INCREASE IN AVIATION AVAILABILITY IN THE EUROPEAN AND CISURAL NORTH OF RUSSIA

Fomina Irina V. – Researcher of the Laboratory of transport problem
Sheveleva Anna A. – Junior Researcher of the Laboratory of transport problem Institute of socio-economic and energy problems of the North
Komi scientific center of the Ural branch of the Russian Academy of Sciences

Abstract. In article questions of increase of air availability in the European and Cisural North of Russia are considered. Results of the analysis of the airports activity in the region are given. It is shown that use of the subsidizing mechanism of passenger air transportationhat allowed to expand the existing network of air traffic in the region.

Keyword: airports, main settlements, economic centers, network of air traffic, local air lines, passenger air transportation, subsidizing of passenger air transportation, region.

В настоящее время по данным Росавиации на территории Европейского и Приуральского Севера России числится 18 классифицируемых аэропортов гражданской авиации, также в регионе действуют авиаплощадки для местных воздушных линий и вертолетные площадки, которые обслуживают нефтегазовые месторождения Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции (расположенной в Ненецком автономном округе и Республике Коми) и месторождения на полуострове Ямал.

Авиадоступность территории ЕиПСР обеспечивается за счет функционирования существующей сети авиасообщения, основу которой составляют аэропорты, расположенные в столицах субъектов ЕиПСР (Архангельск, Мурманск, Сыктывкар, Салехард, Нарьян-Мар, Вологда) и крупных промышленных центрах, включая центры добычи ресурсов (Усинск, Воркута, Череповец, Бованенково, Сабетта и др.). Такое распределение авиаперевозок через аэропорты региона объясняется, в том числе, и необходимостью обеспечения транспортной доступности территории ЕиПСР в части обслуживания центров добычи и переработки ресурсов крупными компаниями (ПАО «Газпром», ПАО «Лукойл», ПАО «Северсталь» и др.). При этом следует отметить, что для крупных аэропортов региона (Мурманск и Архангельск (Талаги)) характерна высокая доля концентрации авиапотоков на московском направлении. В целом, результаты анализа динамики объема обслуженных пассажиров, почты и грузов через аэропорты ЕиПСР последних четырех лет свидетельствует о росте объемов пассажиро- и

грузопотока на 25 – 30% к данным 2014 г. Увеличение обоих показателей отчасти связано с вводом в эксплуатацию двух новых аэропортов на полуострове Ямал: Бованенково и Сабетта. Построенные в рамках освоения Бованенковского и Южно-Тамбейского месторождений эти аэропорты перераспределили часть пассажиро- и грузопотоков других аэропортов региона (Воркута и Салехард).

Результаты анализа расписаний регулярных авиарейсов воздушных судов по аэропортам региона позволяет говорить, что авиадоступность территории внутри отдельных субъектов ЕиПСР обеспечивается самолетами местных воздушных линий (*Ан-2*, *L-410*). При этом в условиях недостаточно развитой сети местных воздушных линий авиадоступность населения отдаленных населенных пунктов ЕиПСР обеспечивается вертолетами, стоимость авиаперевозок на которых значительно выше, чем на воздушных судах малой авиации [1].

Для повышения авиадоступности территории ЕиПСР необходимо развитие сети воздушных линий, что предполагает расширения действующей маршрутной сети, применения механизма субсидирования воздушных перевозок (средства федерального бюджета, бюджетов субъектов Федерации, авиакомпаний).

В последнее время в качестве одного из средств, направленного на повышение авиадоступности территории, применяют субсидирование авиаперевозок. Процесс представления федеральных субсидий на авиаперевозки регулируется постановлениями Правительства РФ [2, 3]. По состоянию на 2018 г. на ЕиПСР субсидируемыми являются 17 маршрутов, которые связывают региональные столицы и крупные города ЕиПСР с городами федеральных округов: Уральского (г. Екатеринбург, г. Тюмень), Северо-Западного (г. Санкт-Петербург, г. Калининград), Приволжского (г. Казань, г. Киров, г. Пермь, г. Самара) и Центрального (г. Москва). Авиакомпании-получатели субсидий: АО АК «РусЛайн», АО «ЮВТ Аэро», АО «Комиавиатранс», АО «Авиационная транспортная компания «Ямал», ПАО «ЮТэйр», АО «Нордавиа» [4, 5]. Парк воздушных судов для авиаперевозки пассажиров по субсидируемым маршрутам в 2018 г. в зависимости от направления перевозки задействован от самолетов местных воздушных линий (*L-410*) до среднемагистральных (*Boeing 737*). В целом, применение механизма субсидирования авиаперевозок позволяет снизить стоимость авиабилетов для населения и расширить текущую маршрутную сеть авиасообщения региона за счет включения в нее новых направлений авиаперевозок. Это позволяет повысить уровень авиационной подвижности населения ЕиПСР между субъектами РФ (значение которого согласно Стратегии развития транспорта к 2030 г. [6] по России должно превысить значение «1») и усилить их связанность наличием регулярного воздушного сообщения.

Список литературы

1. Киселенко А.Н., Малащук П.А., Сундуков Е.Ю. О гражданской авиации на европейском северо-востоке страны // Мир транспорта. 2013. № 1. С. 92 – 99.

2. О предоставлении субсидий из федерального бюджета организациям воздушного транспорта на осуществление региональных воздушных перевозок пассажиров на территории Российской Федерации и формирования региональной маршрутной сети: Постановление Правительства РФ от 25.12.2013 г. № 1242 (в ред. от 23.03.2017 г.) // Справочно-правовая система «Консультант-Плюс».

3. Об утверждении правил предоставления субсидий из федерального бюджета организациям воздушного транспорта в целях обеспечения доступности воздушных перевозок населению и о признании утративших силу некоторых актов Правительства Российской Федерации: Постановление Правительства РФ от 02.03.2018 г. № 215 // Справочно-правовая система «Консультант-Плюс».

4. Перечень субсидируемых маршрутов в 2018 г. / Федеральное агентство воздушного транспорта (Росавиация): официальный сайт . URL: www.favt.ru/dejatelnost-vozdushnye-perevozki-subsidirovanie-regiony/ (дата обращения 10.09.2018).

5. О субсидировании воздушных перевозок на Дальний Восток, в Симферополь и из Калининграда / Федеральное агентство воздушного транспорта (Росавиация): официальный сайт. URL: www.favt.ru/novosti-novosti/?id=4202 (дата обращения 10.09.2018 г.).

6. Транспортная стратегия РФ на период 2030 года: Распоряжение Правительства РФ от 22.12.2008 г. № 1734-р (в ред. от 12.05.2018 г. № 893-р) // Справочно-правовая система «Консультант плюс».

УДК 338.47:656.615.073(470.1/.2+571.121)

ВОЗМОЖНОСТИ УВЕЛИЧЕНИЯ ГРУЗООБОРОТА МОРСКИХ ПОРТОВ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ АРКТИКИ

Киселенко Анатолий Николаевич *– доктор технических наук, доктор экономических наук, главный научный сотрудник, руководитель лаборатории проблем транспорта*

Малащук Петр Александрович *– кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории проблем транспорта*

Сундуков Евгений Юрьевич *– кандидат экономических наук, старший научный сотрудник лаборатории проблем транспорта*

Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера Коми
ФГБУН Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук

Аннотация. Составлена схема наличия транспортных подходов к основным морским портам Западной Арктики, определены пропускные и провозные способности подходов к портам, мощности портов в соотношении с объемами грузооборота в 2017 г. Исследованы возможности увеличения мощностей этих портов (с добавлением к ним перспективного порта Индига), а также объемов грузовых перевозок по Северному морскому пути. Работа выполнена в рамках проекта №18-9-7-15 «Анализ и прогноз обеспечения Арктической транспортной системы транспортными подходами на Европейском и Приуральском Севере России» Комплексной программы УрО РАН 2018–2020 гг.

Ключевые слова: транспортные подходы, грузооборот, пропускные способности, морские порты, Западная Арктика, Северный морской путь.

POSSIBILITIES OF INCREASE IN CARGO TURNOVER OF SEAPORTS IN THE WESTERN ARCTIC

Kiselenko Anatoly N. – doctor of technical and economics sciences, professor, Head of the Laboratory of transportation problems

Malashchuk Petr A. – PhD (technical), Senior Researcher of the Laboratory of transportation problems

Syndykov Evgeny U. – PhD (economics), Senior Researcher of the Laboratory of transportation problems

Institute of socio-economic and energy problems of the North
Komi scientific center of the Ural branch of the Russian Academy of Sciences

Abstract. The scheme of existence of transport approaches to the main seaports of the Western Arctic is made, throughput and carrying abilities of approaches to ports, capacities of ports in the ratio with cargo turnover volumes in 2017 are defined. Possibilities of increase in capacities of these ports (with addition to them of perspective port Indiga) and also volumes of the freight transporting across the Northern Sea Route are investigated.

Keywords: transport approaches, cargo turnover, capacities, seaports, Western Arctic, Northern Sea Route.

В декабре 2014 г. создано ФГБУ «Администрация морских портов Западной Арктики», зона ответственности в настоящее время включает в себя 11 морских портов: Архан-

гельск, Варандей, Диксон, Дудинка, Кандалакша, Мезень, Мурманск, Нарьян-Мар, Онега, Сабетта и Хатанга [1].

В статье [2] отмечается, что основной грузооборот морских портов Западной Арктики обеспечивают порты Мурманск, Кандалакша, Архангельск, Нарьян-Мар, Варандей, Сабетта, дано описание этих портов, их краткая характеристика, определены перспективы их развития.

В данной работе рассмотрены транспортные подходы к основным морским портам Западной Арктики, определены их провозные и пропускные способности, а также мощности портов относительно объемов грузооборота в 2017 г. На основании полученных данных составлена схема (рис. 1) наличия транспортных подходов к основным морским портам Западной Арктики, соотнесены их грузооборот и мощности.

Для железнодорожных подходов указаны провозные способности в млн т в год, для авиационных сообщений – округленно объемы перевозок грузов и почты в аэропортах, близлежащих основным морским портам Западной Арктики, в 2017 г.

Рассмотрим, какие возможности имеют основные порты Западной Арктики по увеличению грузооборота.

Морской порт Мурманск. Ожидается, что к 2020 г. грузооборот порта увеличится до 71 млн т. В настоящее время основная работа по проекту развития Мурманского транспортного узла – строительство нового морского терминала по перевалке угля с общим грузооборотом до 18 млн т в год на западном берегу Кольского залива в районе реки Лавна, а также строительство терминала по перевалке наливных грузов с общим грузооборотом до 35 млн т в год; на восточном берегу Кольского залива – строительство контейнерного терминала мощностью 1 млн TEU в год [3].

Морской порт Кандалакша. Мощности порта могут быть увеличены до значений, соответствующих пропускной способности железнодорожной станции, – 11 млн т в год, действующие мощности позволяют перерабатывать до 3 млн т в год.

Морской порт Архангельск. Увеличение грузооборота предназначено обеспечить строительство глубоководного района морского порта Архангельск (ГР МПА), связанное с реализацией проекта железнодорожной магистрали «Белкомур».

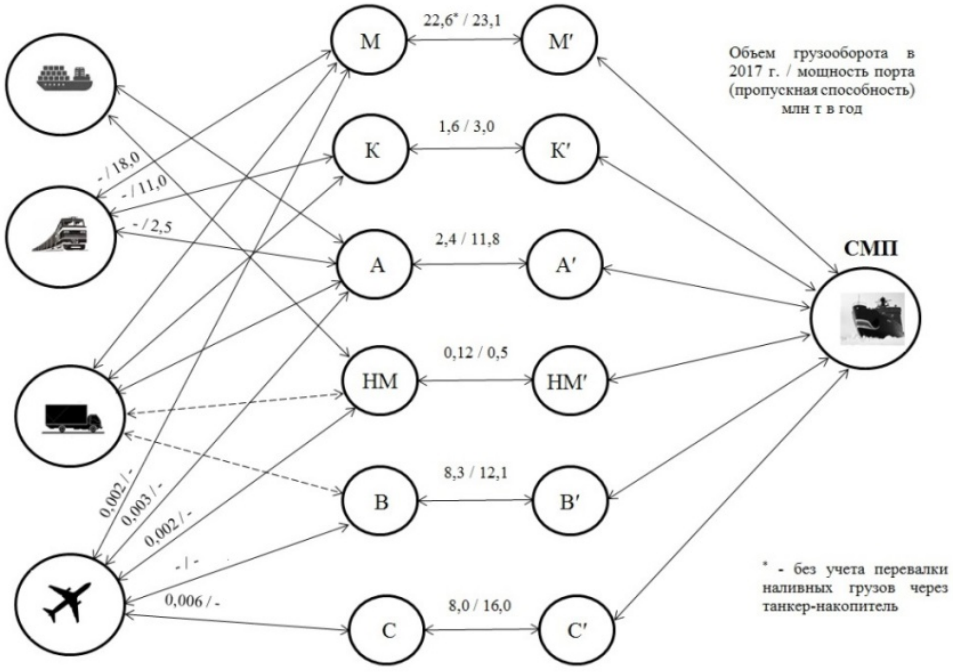


Рисунок 1 – Наличие транспортных подходов, соотношение грузооборота и мощностей основных портов Западной Арктики, где: М – Мурманск, К – Кандалакша, А – Архангельск, НМ – Нарьян-Мар, В – Варандей, С – Сабетта

Предполагается создание шести морских терминалов: нефтепродуктов и газового конденсата, генеральных грузов, навалочных грузов, минеральных удобрений, лесных грузов, металлогрузов. Проектная мощность ГР МПА составит до 37,9 млн т к 2035 году [4].

Морской порт Нарьян-Мар. Продолжается снижение грузооборота порта, увеличение мощностей не предполагается [4]. Удаленный морской терминал в Амдерме обеспечивает около пяти процентов общего грузооборота Нарьян-Марского морского порта и может использоваться как вспомогательный порт для обеспечения функционирования СМП [5].

Морской порт Варандей. Пропускная способность порта определяется мощностью нефтяного отгрузочного терминала, увеличение ее не предполагается.

Морской порт Сабетта. После выхода на полную мощность проекта Ямал-СПГ потребителям будет поставляться 16,5 млн т сжиженного природного газа (СПГ) в год. Проектная пропускная способность порта Сабетта запланирована выше, чем производительность завода – возможно, будет привлечен грузопоток с других месторождений Ямала или Гыданского полуострова. Это потребует дополнительного развития инфраструктуры, чтобы обеспечить связь месторождений с морским портом. Перевалка нефти с Новопортовского месторождения через терминал «Ворота Арктики» также учитывается в грузообороте порта Сабетта [6].

Перспективный морской порт Индига. Проект по созданию нового многопрофильного морского порта в бухте Индига в сочетании со строительством линии Сосногорск–Индига как части железнодорожной магистрали Баренцкомур сможет внести существенный вклад в формирование опорной транспортной сети Европейского и Приуральского Севера России [4]. Грузооборот многопрофильного морского порта Индига может быть дополнительно увеличен в связи с перспективами развития судоходства по трассам Северного морского пути и вхождением п. Индига в число его опорных пунктов. Создание этого транспортного узла создаст предпосылки превращения сотен месторождений полезных ископаемых в рентабельные и экономически привлекательные для отечественных и иностранных инвесторов. Потенциальная грузообразующая база района тяготения морского порта в бухте Индига может составить до 120 млн т в 2030 г. Неподалеку от п. Индига на материковой части НАО располагаются Кумжинское и Коровинское газоконденсатные месторождения с запасами газа более 160 млрд м^3, на базе которых предполагается строительство завода по сжижению природного газа мощностью около 10 млн т СПГ в год [7]. Поэтому в Индиге, так же, как и в Сабетте, могут быть построены терминалы по отгрузке СПГ на крупнотоннажные танкеры, нефтеналивные терминалы (запасы нефти на материковой части НАО превышают 1 млрд т), создана база для шельфового флота и аварийно- спасательный центр. Совокупная стоимость строительства СПГ завода и морского порта в Индиге может составить до 1 трлн руб.

На рисунке 2 показано возможное увеличение мощностей основных портов Западной Арктики с добавлением к ним порта Индига и трубопроводов.

«Отставание развития железнодорожной инфраструктуры от портовой – одна из главных проблем транспортной отрасли РФ», – отметил Президент В.В. Путин в Послании Федеральному Собранию [8]. Также в Послании было уделено внимание непосредственно перевозкам по Северному морскому пути, которые должны возрасти до 80 млн т в год к 2025 г.

За 2017 год объем грузовых перевозок по СМП составил почти 10,7 млн т. Основной прирост получен за счет отгрузки нефти с Новопортовского месторождения в объеме 6 млн т.

Чтобы выйти на целевой показатель в 80 млн т в год, придется привлекать новые грузопотоки, в т.ч. выводить в Арктику промышленные грузы с Урала и других регионов. Это потребует дополнительных инвестиций в развитие транспортных подходов к морским портам Европейской и Приуральской Арктики. Помимо привлечения финансовых ресурсов существенное значение имеет научное обеспечение развития транспортных подходов к Арктике [9–14].

Транзитный потенциал СМП по перемещению грузов из Азиатско-Тихоокеанского региона в Европу в ближайшей перспективе реализован не будет [8].

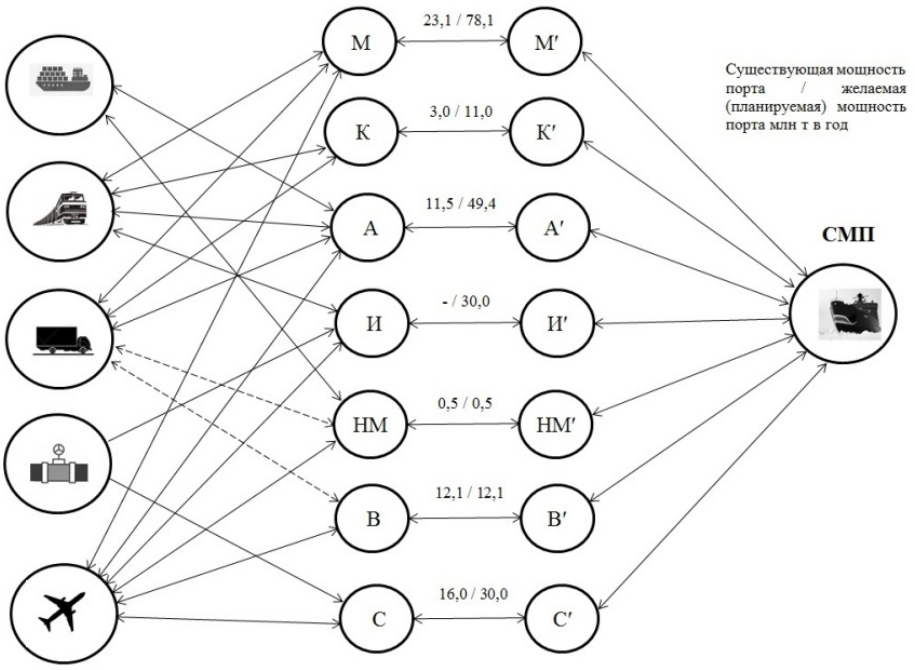


Рисунок 2 – Возможное увеличение мощностей основных портов Западной Арктики, где: М – Мурманск, К – Кандалакша, А – Архангельск, И – Индига, НМ – Нарьян-Мар, В – Варандей, С – Сабетта

Перспективы увеличения грузопотока по СМП в основном связаны с увеличением объемов добычи углеводородов и перевозкой их на экспорт.

Список литературы

1. Зона ответственности АМП Западной Арктики / Информационный портал «Морские вести России». URL: http://www.morvesti.ru/analitics/detail.php?ID=68736&sphrase_id=437045 (дата обращения 05.03.2018).

2. Киселенко А.Н., Малащук П.А., Сундуков Е.Ю., Фомина И.В. Транспортные подходы к портам Европейской и Приуральской Арктики // Север и рынок: формирование экономического порядка. № 3 (59). 2018. С. 12–22.

3. Большаков Я.А., Фридкин В.Н. Возможности и перспективы Мурманской области в развитии транспорта Арктического региона // Вестник МГТУ. 2016. Т. 19, № 2. С. 363–371.

4. Стратегия развития морской портовой инфраструктуры России до 2030 года / Сайт «Регионального Центра Инновационных Технологий». URL: http://www.rcit.su/techinfoK4.html (дата обращения: 11.10.2018).

5. Глубоководный район морского порта Архангельск / Сайт ОАО МК «Белкомур». URL: http://www.belkomur.com/apxport/ (дата обращения: 12.10.2018).

6. Грузооборот Нарьян-Марского МТП в навигацию-2017 снизился на 30% / Сайт информационно-аналитического агентства «ПортНьюс». URL: http://portnews.ru/news/249289/ (дата обращения: 22.11.2017).

7. Началась отгрузка ямальской нефти через морской терминал «Ворота Арктики» / Управление информации ПАО «Газпром». URL: http://www.gazprom.ru/press/news/2016/may/article274905/ (дата обращения: 16.03.2018)

8. Пономарев В. Дорога на Нарьян-Мар // Русский репортер №36 (2014). URL: http://expert.ru/russian_reporter/2014/36/doroga-na-naryan-mar/ (дата обращения: 16.03.2018).

9. Киселенко А.Н. Основы формирования опорной транспортной сети Европейского и Приуральского Севера России // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2017: материалы Международной научно-практической конференции, 14-15 ноября 2017 г. – СПб: ИПТ РАН. СПб. 2017. Т. 1. С. 73–79.

10. Проблемы Северного морского пути // Совет по изучению производит. Сил РАН; Центр. науч.-исслед. и проектно-конструкт. Ин-т мор. Флота (ЦНИИМФ). М.: Наука. 2006. 581 с.

11. Селин В.С. Проблемы развития Северного морского пути // Арктика и Север. 2016. № 22. С. 87–100. DOI: 10.17238/issn2221-2698.2016.22.87.

12. Факторный анализ и прогноз грузопотоков Северного морского пути // Науч. ред. д.э.н., проф. Селин В.С., д.э.н., проф. Козьменко С.Ю. Апатиты: КНЦ РАН. 2015. 335 с.

13. Фадеев А.М. Инфраструктурные и транспортно-логистические вызовы в освоении морских углеводородных месторождений Арктики // Национальные интересы России и экономика морских коммуникаций в Арктике: материалы V Всеросс. мор. науч.-практ. конф., 29-30 мая 2014 г. Мурманск: Изд-во МГТУ. 2014. С. 184–187.

14. Николаева А.Б. Перспективы развития Северного морского транспортного коридора // Арктика и Север. 2017. № 4 (55). С. 106–113.

УДК 338.47: 625.7: 656

ОБОСОБЛЕННОСТЬ ТРАНЗИТНЫХ МАГИСТРАЛЕЙ

Бобрик Петр Петрович *– кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник*

ФГБУН Институт проблем транспорта имени Н.С. Соломенко
Российской академии наук

Аннотация. В работе рассматриваются факторы, способствующие выделению транзитных магистралей из существующих сетей. Среди них невозможность сочетания различных типов расписаний, более высокая стоимость перевозок площадными сетями, повышенная скорость при транзите, различные технические требования к транспортным средствам и путевой инфраструктуре.

Ключевые слова: транзит, тарифы, скорость движения, расписания, магистрали, сложные сети.

THE ISOLATION OF TRANSIT ROUTES

Bobrik Petr. P. – Canditate of Physical and Mathematical Sciences, senior researcher
Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences

Abstract. The paper considers the factors that contribute to the segregation of transit routes from existing networks. Among them, the impossibility of combining different types of schedules, higher cost of transportation by local networks, increased transit speed, various technical requirements for vehicles and transport infrastructure.

Keywords: transit, tariffs, speed of movement, schedules, highways, complex networks.

Любая транспортная сеть массового вида транспорта должна иметь площадной характер. Это означает, что она должна стремиться обслуживать не набор отдельных объектов, а территорию целиком. Одним из критериев качества сети в этом случае должен являться интегральный показатель по всей площади, характеризующий в той или иной степени приемлемость усредненного доступа к любой ее точке.

Для таких сетей помимо своей основной транспортной функции важное значение имеют задачи сбора информации, ожидания и первичной сортировки транспортируемых объектов. Для телекоммуникационного сектора подобные задачи это имеют специальный термин – последняя миля. Важность такого понятия заключается в том, что расходы на него

могут составлять десятки процентов, и порой в разы превосходить расходы на собственно транспортировку. Причем это не является признаком некачественного функционирования транспортной системы, а, наоборот, нормальной, штатной ситуацией. В современной экономике очень важным является сам процесс планирования перевозки, по сравнению с которым собственно транспортировка нередко становится второстепенной задачей.

Само понятие магистрали предполагает, что выделяются перевозки, где значительная доля вопросов последней мили является однородной, и поэтому решается автоматически и дешево. Это позволяет группировать транспортные потоки, задействовать для них наиболее производительные решения, и тем самым за счет эффекта масштаба значительно повышать производительность всей системы. Что в конечном итоге и порождает магистрали.

Отдельным и очень важным случаем для организации магистрали является наличие достаточного объема транзитного трафика, который наиболее прост и удобен для обработки. К сожалению, такая ситуация встречается не часто. Почти все существующие магистрали вынуждены для самоокупаемости активно задействовать и местный трафик, что предполагает наличие частых станций, съездов и входов в сеть, различного вида транспортных накопителей и сортировщиков, прочих объектов инфраструктуры не относящихся собственно к перевозке. Причем, чем больше таких объектов, тем все менее магистральным становится характер дороги. И тем более дорогостоящим становится перевозка. Что является врожденным противоречием для любой магистрали.

В литературе накоплен большой опыт из разных областей, когда на определенном этапе развития существующие сети начинали выделять из себя более быстрые и (или) качественные. Это приводило к вложенной иерархии сетей, что значительно повышало их производительность [5].

Перевозки на длинные расстояния в небольших количествах присутствуют практически на любой территории. По мере увеличения плотности населения их объем растет, что является предпосылкой для их агрегирования и возникновения выделенной транзитной магистрали [6].

Транзит против площадной сети

Само понятие транзита подразумевает отсутствие необходимости делать частые остановки по мере движения, что создает предпосылки для повышения крейсерской скорости. Безостановочный режим движения без разгонов и торможений приводит к снижению расходов энергии, и, следовательно, удешевлению поездки. Снижаются расходы на управление движением. Тем самым, транзит является очень предпочтительным типом движением с разных точек зрения. Однако, не всегда удается реализовать этот потенциал.

Движение по железнодорожным путям не предполагает обгона, что приводит к необходимости согласовывать движение транзитного трафика с местным. В результате затрудняется расписание обоих типов перевозок.

Если вводится приоритет сквозного движения транзитных поездов, то местные грузы вынуждены ожидать их прохода. Ломается обычное расписание, что снижает регулярность перевозок и их качество. Помимо низкой скорости, происходит дополнительное омертвление капитала.

Наоборот, если приоритет отдается местному поезду со его частыми остановками, то транзит де факто вынужден перемещаться за ним как обычный участник сети, что не позволяет ему использовать преимущества своего профиля перевозок. Движение по площадной сети не может обеспечить высокую скорость по причине частых остановок и регулируемых развилок. В этом случае себестоимость транзитных перевозок справедливо оценивается по себестоимости площадной транспортной сети.

Железными дорогами мира накоплен огромный опыт, как совмещать в рамках одной сети транзитные и местные перевозки. Прежде всего следует упомянуть такой инструмент, как нитки расписаний, что позволяет транзитным составам двигаться длительное время без остановок. Однако до конца проблему невозможно решить в принципе. Одно противоречит другому.

Оптимальным решением стало бы разделение сети, а точнее создание двух независимых сетей с возможностями коммуникации между собой. Однако стоимость путевой инфраструктуры очень велика. И поэтому в большинстве случаев общество не может себе позволить две дороги, идущие в одном направлении.

Поскольку местная сеть дорог является необходим условием проживания на территории, то на практике, как правило, формируется именно площадная сеть [1, 2]. Транзитные магистрали являются при таком подходе роскошью, и могут возникнуть лишь при совпадении ряда редких факторов. Главным из которых является наличие достаточного транзитного трафика и платежеспособного спроса на него. Так ВСМ на магнитном подвесе возникли лишь на территориях с высокой плотностью населения и высокими доходами. Например, в Индии отсутствие ВСМ обуславливается недостаточным уровнем жизни, а в Сибири низкой плотностью населения.

Высокоскоростные магистрали

Высокая скорость является атрибутом более качественного транспорта. Транзит может осуществляться на высоких скоростях. Но это приводит к ряду негативных последствий.

Рост скорости автоматически означает повышение расходов энергии, затрачиваемые на преодоление сил трения качения колес, паразитных колебаний конструкций, а также на сопротивление воздуха. В первом приближении можно считать, что расходы энергии растут как куб скорости движения. Поэтому стремление к неограниченному повышению скорости может сделать бессмысленным любою транспортировку исключительно по экономическим соображениям.

Эта проблема особенно остро стоит перед высокоскоростными железными дорогами. Откуда и возникают еще с начала прошлого века различные проекты движения внутри герметичных труб с пониженным давлением воздуха, и, следовательно, с пониженным сопротивлением воздуха. Но попытка снизить расходы энергии за счет дополнительных технических решений приводит к значительным инвестициям на прочую инфраструктуру. что не приводит к должной экономии.

Высокоскоростное движение требует принципиально более сложных технических решений. Возникающие колебания могут разрушить конструкции, и сделать поездку небезопасной. В свою очередь это приводит к более высоким стоимостям транспортных средств и объектов инфраструктуры.

Другим негативным последствием роста скорости движения является снижение области обслуживаемой территории. Поскольку происходит увеличение расстояния безостановочного перемещения, то реально такая сеть может обсуживать лишь небольшую территорию вокруг своих станций. В остальной чести территория остается без скоростного транспорта. Данный фактор приводит к снижению полезной отдачи от транспорта при росте скорости движения, а не к росту себестоимости перевозок.

Таким образом, повышенная скорость является одновременно как одним из главных достоинств транзитных магистралей, так и одновременно одним из главных препятствий для их организации.

Великий шелковый путь

Китайская программа ОПОП (один пояс – один путь) [8] исторически возникла из идеи восстановить на современном уровне развития техники древние маршруты евразийский торговых путей. Однако, по прошествии нескольких лет практически свернуты первоначальные планы прокладки изолированных новых транспортных магистралей. Вместо этого доминирующую роль заняли планы по модернизации существующих путей и расширения их пропускных характеристик. Среди главных возражений – высокая стоимость перевозок и неконкурентоспособность по сравнению с классическим морским маршрутом через Суэцкий канал. Так стоимость морской доставки составляет около $1800 за FEU, а железной дорогой ого$6000 долларов, а без китайских дотаций под $10 тыс.

Между тем в пионерской работе [4] было показано, что расходы энергии, которые являются одной из основных статей расходов при перевозке, сухопутный и морской пути имеют паритет. Что дает надежду на возможность организации сухопутного маршрута.

Одной из основных причин столь высокого расхождения морского и сухопутного тарифов на направлении ВШП является использование обычных площадных ж/д сетей, что неизбежно задействует их высокую себестоимость. Наоборот, проектирование обособленной транзитной магистрали вдоль кратчайшего маршрута способно резко снизить интегральную стоимость перевозки за счет рационального режима движения и экономного расходования топлива [7, 9]. А в комбинации с другими мерами законодательного, налогового, административного и других типов может даже сделать ее соизмеримой с морской [3]. Основной предпосылкой для рентабельности такого проекта является достаточный трафик в направлении Китай – Западная Европа, который оценивается в 12–14 TEU, что может обеспечить до 10 млрд. долларов доходов ежегодно.

Список литературы

1. Бобрик П.П. Влияние дальности поездки на плотность структуры регулярных транспортных сетей // Вестник МАДИ. 2015. № 4 (43). С. 46–50.

2. Бобрик Л.П., Бобрик П.П. Локальные факторы в определении оптимальной структуры магистральной транспортной сети // Транспорт: наука, техника, управление. 2016. № 11. С. 28–31.

3. Бобрик П.П. Себестоимость перевозок по ВПШ / Сборник статей по результатам VII Международной научно-практической конференции факультета государственного управления МГУ имени М.В. Ломоносова: Модели государственного и корпоративного управления: традиции и перспективы. Москва: Издательство «Перо». 2018. С. 81–87. Электронное издание ISBN 978-5-00122-072-5.

4. Дроздов Б.В. Направления разработки физической экономики (применительно к транспортному комплексу) // Устойчивое инновационное развитие: проектирование и управление. 2014. Том 10. № 2 (23). С. 8–94. URL: www.rypravlenie.ru/?p=2022&lang=en (дата обращения 22.03.2017).

5. Евин И.А. Введение с теорию сложных сетей // Компьютерные исследования и моделирование. 2010. Том 2. № 2. С. 121–141.

6. Колосовский Н.Н. Экономическое районирование и перспективы развития народного хозяйства // Колосовский Н. Н. Основы экономического районирования. – М.: Госполитиздат. 1958. С. 86–132.

7. Маккиндер Х. Дж. Географическая ось истории // Классики геополитики, 20 век, сб. сост. К. Королев, Изд-во АСТ, М.: 2003. С. 7–32.

8. Один пояс и один путь. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B4%D0%B8%D0%BD_%D0%BF%D0%BE%D1%8F%D1%81_%D0%B8_%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD_%D0%BF%D1%83%D1%82%D1%8C (дата обращения 06.21.2017).

9. Транспорт и ИКТ. 2017. Реформа железных дорог: Сборник материалов по повышению эффективности сектора железных дорог. Вашингтон, округ Колумбия: Всемирный банк, лицензия Creative Commons Attribution CC by 3.0. / Transport and ICT Global Practice. Международный банк реконструкции и развития. / Всемирный банк 1818 H Street NW, Washington DC 20433.

10. Транспортные коридоры шелкового пути: потенциал роста грузопотоков через ЕАЭС / Евразийский банк развития. Центр интеграционных исследований. СПб. Доклад 49, 2018.

УДК 355.4

РОЛЬ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА В ЗАЩИТЕ ГОСУДАРСТВА ОТ ВНЕШНИХ УГРОЗ

Шувалов Денис Владимирович *– кандидат технических наук, докторант*
ФГКВОУ ВО Военная академия материально-технического обеспечения
имени генерала армии А.В. Хрулева

Аннотация. Российская Федерация обладает развитой транспортной системой. Эта система представлена различными видами транспорта: железнодорожным, морским, речным, воздушным и другими видами транспорта. Особенности климата на территории Российской Федерации предопределили приоритет всепогодных видов транспорта. Именно поэтому из всех видов транспорта в России железнодорожный транспорт играет практически главную роль.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, государство, угроза, транспортная система, железнодорожные войска, безопасность, железная дорога, взаимодействие.

THE ROLE OF RAIL TRANSPORT IN PROTECTING THE STATE FROM EXTERNAL THREATS

Denis Shuvalov – Candidate of Technical Sciences, doctoral candidate
Military Academy for Logistics General of the Army A. V. Khrulev

Abstract. The Russian Federation has a developed transport system. This system is represented by various modes of transport: rail, sea, river, air and other modes of transport. Features of climate in the territory of the Russian Federation determined the priority of all-weather modes of transport. That is why, of all the modes of transport in Russia, rail transport plays almost the main role.

Keywords: Railway transport, state, threat, transport system, railway troops, security, railway, interaction

В мире не разрешен ряд проблем, связанных с обострением старых и появлением новых противоречий. Военная стратегия США и НАТО исходит из того, что в современных условиях наиболее вероятно возникновение региональных войн. Вместе с тем, возможность развязывания ядерной войны, в том числе и всеобщей, не исключается, прежде всего, в случае эскалации региональных войн или вовлечении в них крупных держав. По взглядам военного руководства США и НАТО, военные действия в XXI веке будут характеризоваться высокой динамичностью и маневренностью, напряженностью и непрерывностью, бескомпромиссной борьбой за захват, удержание инициативы и навязыванием своей воли противнику.

Невозможно отрицать, что возникновение угрозы безопасности для любого государства, независимо от внутренних проблем [1] неминуемо влечёт за собой мобилизацию и последующее активное использование всех секторов экономики в интересах организации государством вооружённой защиты. Например, исторический анализ организации обороны Советским Союзом в годы Великой Отечественной войны настойчиво подтверждает всестороннее привлечение, в том числе и не профильных организаций и предприятий, к выпуску продукции и оказанию услуг военного назначения. Достаточно отметить тот факт, что на фабрике «Красный Октябрь» уже в конце июля 1941 года цех по производству карамели был переоборудован под производство продовольствия в интересах Вооружённых Сил. Таким образом, важно отметить, что те секторы и отрасли экономики, которые в мирное время функционируют в интересах, не связанных с вооружённой борьбой, с возникновением угрозы безопасности государству с большой долей вероятности могут быть привлечены к выполнению задач в оборонного характера.

Российская Федерация располагается в Восточной Европе, Центральной и Средней Азии. При этом площадь государства составляет более 17 млн. км [2]. Не трудно представить, насколько развита транспортная система России. Важно подчеркнуть, что эта система представлена различными видами транспорта: железнодорожным, морским, речным, воздушным и другими видами транспорта. В качестве справки необходимо выделить то, что транспортная система Российской Федерации включает более 120 тысяч км железных дорог, более миллиона автомобильных дорог, более ста тысяч речных судоходных путей.

Территория, на которой располагается Российская Федерация, характерна довольно суровым климатом. Именно поэтому всепогодные виды транспорта имеют первостепенное значение для государства [3]. Таким образом из всех видов транспорта в России железнодорожный транспорт играет практически главную роль. Согласно официальным данным [2] средняя плотность железных дорог Российской Федерации составляет более 7 км на тысячу квадратных км (рис. 1). При этом что важно, Россия занимает второе место по общей протяжённости железных дорог.

Рисунок 1 – Схема расположения железных дорог на территории Российской Федерации

Железная дорога является главным элементом структуры железнодорожного транспорта. Важно подчеркнуть, что помимо железной дороги в структуру железнодорожного транспорта входит ряд немаловажных элементов, отображённых на рисунке 2.

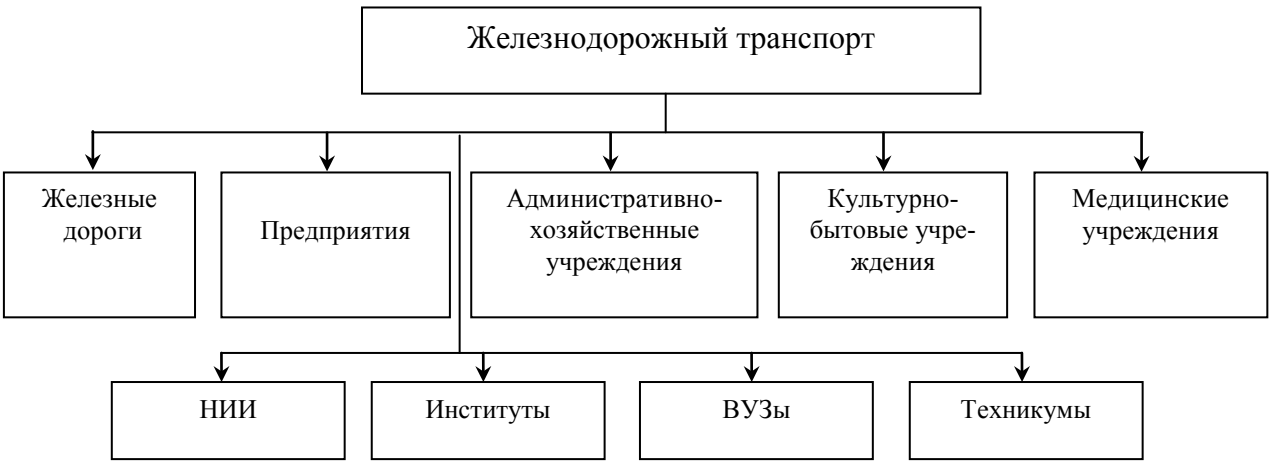


Рисунок 2 – Обобщенная структура железнодорожного транспорта

Вместе с тем железные дороги Российской Федерации состоят из девятнадцати участков – железных дорог, каждая из которых имеет своё наименование. Все эти участки, несмотря на то, что имеют довольно внушительную протяжённость, являются взаимосвязанными и представляют единую сеть.

Необходимо подчеркнуть, что железнодорожный транспорт по сравнению с другими видами транспорта имеет ряд серьёзных преимуществ, основными из которых являются:

– железнодорожный транспорт не имеет зависимости от погодных условий, как, например, воздушный, или водный транспорт. При этом, строительство железных дорог возможно практически в любом регионе, о чём свидетельствует, например, Байкало – Амурская магистраль;

– этот вид транспорта имеет сравнительно высокую скорость подвижного состава, а, вследствие этого, высокую провозную способность;

– быстрая доставка грузов на значительные расстояния;

– железнодорожный транспорт характерен высокой манёвренностью подвижного состава;

– постоянство перевозок;

– сравнительно низкие требования к организации погрузки и выгрузки, к местам погрузо-выгрузочных работ;

– железнодорожный транспорт характеризуется низкой себестоимостью перевозок.

Анализ преимуществ объясняет первостепенную роль железнодорожного транспорта при организации защиты государства от внешних угроз [4, 5].

Важно отметить, что военная угроза безопасности может иметь смысл как возможность нанести риск конституционному строю, свободе граждан, а также территориальной целостности государства. В подтверждение этому необходимо отметить, что, например, в конце октября этого года правительство Польши заявило о решении разместить в стране на постоянной основе дивизию вооружённых сил США. Этот факт, как и многочисленные аналогичные факты вынуждают Россию принимать ответные меры. В своём выступлении министр обороны Сергей Шойгу по этому вопросу подчеркнул: «… В этих условиях мы вынуждены принимать ответные меры и должны быть готовы нейтрализовать возможные военные угрозы на всех направлениях» [6]. Учитывая протяжённость границ Российской Федерации, организация вооружённой защиты государства должна быть чётко спланирована с максимальным использованием всех видов транспорта, в том числе и железнодорожного.

При выполнении задач оборонного характера от инфраструктуры железнодорожного транспорта требуется в первую очередь гарантированное обеспечение заданной пропускной способности поездов. Это требование может быть достигнуто только качественным содержанием объектов железнодорожного транспорта в мирное время, своевременным ремонтом и обслуживанием объектов, а также обеспечением живучести железных дорог в военное время. При этом, как в мирное, так и в военное время выполнением этих мероприятий занимаются военные и не военные организации. К не военным организациям относятся структурные подразделения ОАО «РЖД», территориально расположенные по всей сети железных дорог Российской Федерации. Военную организацию представляют Железнодорожные войска, предназначенные для строительства, восстановления железных дорог и выполнения других задач. От исправного функционирования железнодорожного транспорта зависит не только функционирование промышленности и сельского хозяйства государства [5, 7]. Гарантированная и своевременная доставка грузов военного назначения является одним из центральных мероприятий в защите Российской Федерации от внешних угроз [5, 6]. От того, насколько эффективно будет обеспечена живучесть железных дорог, будет зависеть, в конечном итоге, состояние безопасности государства в целом.

В качестве выводов необходимо отметить следующее.

Первое. От исправного функционирования железнодорожного транспорта зависит не только функционирование промышленности и сельского хозяйства государства. Гарантированная и своевременная доставка грузов военного назначения является одним из центральных мероприятий в защите Российской Федерации от внешних угроз. Исходя из этого, обес-

печение исправного функционирования железнодорожного транспорта как в мирное, а, в особенности, в военное время является государственной задачей.

Второе. В выполнению государственной задачи исправного функционирования железнодорожного транспорта обеспечения в целях достижения синергетического эффекта необходимо привлекать силы и средства не только владельцев инфраструктуры железнодорожного транспорта, а всех федеральных органов исполнительной власти, имеющих в своём распоряжении соответствующие мощности (например, МЧС, Министерство обороны).

Третье. Сведённые таким образом силы и средства различных федеральных органов исполнительной власти будут представлять собой сложную систему, свойства которой требуют изучения с позиции системного подхода. Кроме того, применение перспективных технических решений также необходимо для выполнения государственных задач.

Список литературы

1. Шувалова М.А. К вопросу об уголовно-процессуальных действиях с участием малолетних // XXI Царскосельские чтения: материалы Международной научной конференции. 2018. С. 112–114.

2. Материал из интернет источника. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Россия #Транспорт_и_связь].

3. Шаталова Н.В. Пространственное развитие России: транспортный аспект//Транспорт России: проблемы и перспективы – 2016: материалы Международной научно-практической конференции. ИПТ РАН. Санкт-Петербург. 2016. С. 354–359.

4. Соколов В.В., Кавецкий В.Н., Махонько В.П. Состояние и проблемы организации воинских железнодорожных перевозок. Военная мысль. 2012. № 7. С. 59–65.

5. Шувалова М.А. Исторические аспекты развития процессуальных гарантий обеспечения прав несовершеннолетних участников уголовного судопроизводства. Актуальные проблемы гуманитарных и социально-экономических наук. 2017. Т. 11. № 6. С. 132–137.

6. Андрей Григорьев. Шойгу предупредил Польшу об ответных действиях России на размещение дивизии США. Материал из интернет источника [life.ru] 24 октября 2018 г.

7. Махонько В.П., Фомин А.А., Чистилин И.И. Проблемные вопросы организации погрузки (выгрузки) войск на железнодорожном транспорте. Наука и безопасность. 2017. № 2 (9). С. 56–58.

УДК 355/359

ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ОБОРОНЫ

Бабенков Андрей Валерьевич *– доктор экономических наук, доцент, преподаватель кафедры автодорожной службы*

Бузанов Алексей Владимирович *– кандидат военных наук, докторант*

Шангутов Антон Олегович *– доцент, кандидат педагогических наук, докторант*

ФГКВОУ ВО Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы организации территориальной обороны Российской Федерации в современных условиях. Выделены факторы и условия, влияющие на функционирование транспортно-логистической системы в интересах материально-технического обеспечения сил и средств, привлекаемых к территориальной обороне.

Ключевые слова: территориальная оборона, вооруженные силы, материально-техническое обеспечение, транспортно-логистическая система.

FUNCTIONING OF TRANSPORT AND LOGISTICS SYSTEM UNDER TERRITORIAL DEFENSE ORGANIZATION

Babenkov Andrey V. – doctor of economics, associate professor, teacher of the department of road service
Buzanov Alexey V. – Ph.D., doctoral candidate
Shangutov Anton O. – associate professor, Ph.D., doctoral candidate
Military Academy for Logistics General of the Army A.V. Khrulev

Abstract. The paper deals with the organization of territorial defense of the Russian Federation in modern conditions. The factors and conditions affecting the functioning of the transport and logistics system in the interests of material and technical support of the forces and means involved in territorial defense are highlighted.
Keywords: territorial defense, armed forces, logistics, transport and logistics system.

Современное состояние военно-политической обстановки в мире неоднозначно. С одной стороны, оно характеризуется снижением вероятности развязывания крупномасштабной войны между коалициями государств или крупнейшими государствами мирового сообщества, с другой, усилением террористических угроз, повышением вероятности развязывания вооруженных конфликтов и локальных войн, в том числе вблизи границ Российской Федерации, которые могут привести к их эскалации с вовлечением значительного количества государств разных регионов мира.

В этих условиях важной составляющей обеспечения национальных интересов Российской Федерации является реализация такого основного стратегического национального приоритета, как – оборона страны. При этом достижение стратегических целей обороны страны осуществляется в рамках реализации военной политики, в том числе путем совершенствования военной организации государства, форм и способов применения Вооруженных Сил Российской Федерации (ВС РФ), других войск, воинских формирований и органов [1].

Все это обусловливает необходимость принятия адекватных мер в области строительства и развития военной организации на основе реальной оценки степени угрозы безопасности государства, основных внешних и внутренних военных опасностей, которые нашли отражение в Военной доктрине РФ.

В случае агрессии против Российской Федерации или непосредственной угрозы агрессии на территории страны или отдельных местностях вводится особый правовой режим – военное положение, целями которого являются отражение или предотвращение агрессии против страны [2, 3]. При этом на указанной территории с учетом мер, применяемых в период действия военного положения, ведется территориальная оборона.

Территориальная оборона включает мероприятия по охране и обороне военных, важных государственных и специальных объектов, объектов, обеспечивающих жизнедеятельность населения, функционирование транспорта, коммуникаций и связи, объектов энергетики, по борьбе с диверсионно-разведывательными формированиями иностранных государств и незаконными вооруженными формированиями [4].

С момента начала действия военного положения в субъектах РФ, в муниципальных образованиях и на территориях на которых введено военное положение, создаются штабы территориальной обороны, являющиеся межведомственными координирующими органами, которые в пределах своих полномочий несут ответственность за состояние сил и средств, создаваемых для выполнения мероприятий по территориальной обороне органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, муниципальными образованиями, и осуществляют руководство указанными силами и средствами. Руководителями штабов территориальной обороны являются высшие должностные лица субъектов РФ, главы муниципальных образований, которые несут персональную ответственность за исполнение возложенных на них обязанностей в области территориальной обороны.

Исходя из этого важными этапами строительства и развития Вооруженных Сил, других войск и органов являются совершенствование их состава и структуры, создание эшелонированной по стратегическим и операционным направлениям системы военной инфраструктуры [1].

Эффективное выполнение задач территориальной обороны зависит от многих факторов, в том числе от качественного материально-технического обеспечения (МТО) привлекаемых сил и средств.

В связи с этим необходимо рассмотреть проблему доставки материальных средств подразделениям в ходе выполнения мероприятий территориальной обороны. Актуальность данной проблемы обусловлена тем, что в современных концепциях ведения военных действий особое значение придается задаче нарушения функционирования транспортной и складской инфраструктуры противника.

Так, разрушение противником транспортных коммуникаций в глубине зоны ответственности военного округа, приведёт к возникновению критической ситуации в материально-техническом обеспечении войск, следующих транзитом через зону ответственности военного округа и сил и средств, задействованных в территориальной обороне, что потребует выделения сил и средств МТО Военного округа (ВО) в районы развёртывания временных перегрузочных районов (ВПР), в районы выхода транзитных войск из зоны ответственности ВО. Разрушение противником стационарной инфраструктуры МТО ВО в регионе ведёт к возникновению критической ситуации в МТО войск, привязанных в обеспечении материальными средствами к разрушенным базам (складам), что потребует перераспределения ресурсов на стратегических направлениях и выделения для этих целей соответствующих сил и средств МТО ВО.

В современных зарубежных армиях разрабатываются специальные операции (в том числе инициирование повстанческих действий), которые планируется проводить силами отборных, технически оснащённых сил специальных операций. Их удельный вес в Вооружённых силах некоторых государств составляет 15-20% от их общего количества. Это означает стремление перенести центр тяжести вооружённой борьбы на сухопутном театре военных действий с самого начала войны в глубину территории противника, что обуславливает возрастающую роль территориальной обороны на современном этапе.

Устойчивое функционирование транспортно-логистической системы в интересах сил и средств привлекаемых к территориальной обороне во многом зависит от факторов и условий, сопутствующих военным (боевым) действиям любого масштаба. Важно отметить, что не все составляющие таких факторов и условий могут корректироваться должностными лицами в ходе управленческой деятельности. Знание возможных параметров их влияния позволяет органам управления материально-техническим обеспечением быть в постоянной готовности к предупреждению или минимизации их негативного воздействия.

Выявление факторов и условий, влияющих на функционирование транспортно-логистической сети, потребовало проведения анализа опыта локальных войн и военных округах. Такой подход наиболее адекватно отражает специфику функционирования транспортно-логистической системы в процессе материально-технического обеспечения сил и средств, привлекаемых к территориальной обороне.

В ходе исследования были выявлены оперативно-тыловые, военно-экономические, физико-географические факторы, а также этнографические, санитарно-эпидемиологические, эпизоотические, экологические условия влияющие на функционирование транспортно-логистической системы при организации территориальной обороны (рис.).

Сложность оценки влияния данных факторов и условий требуют их всестороннего изучения и анализа.

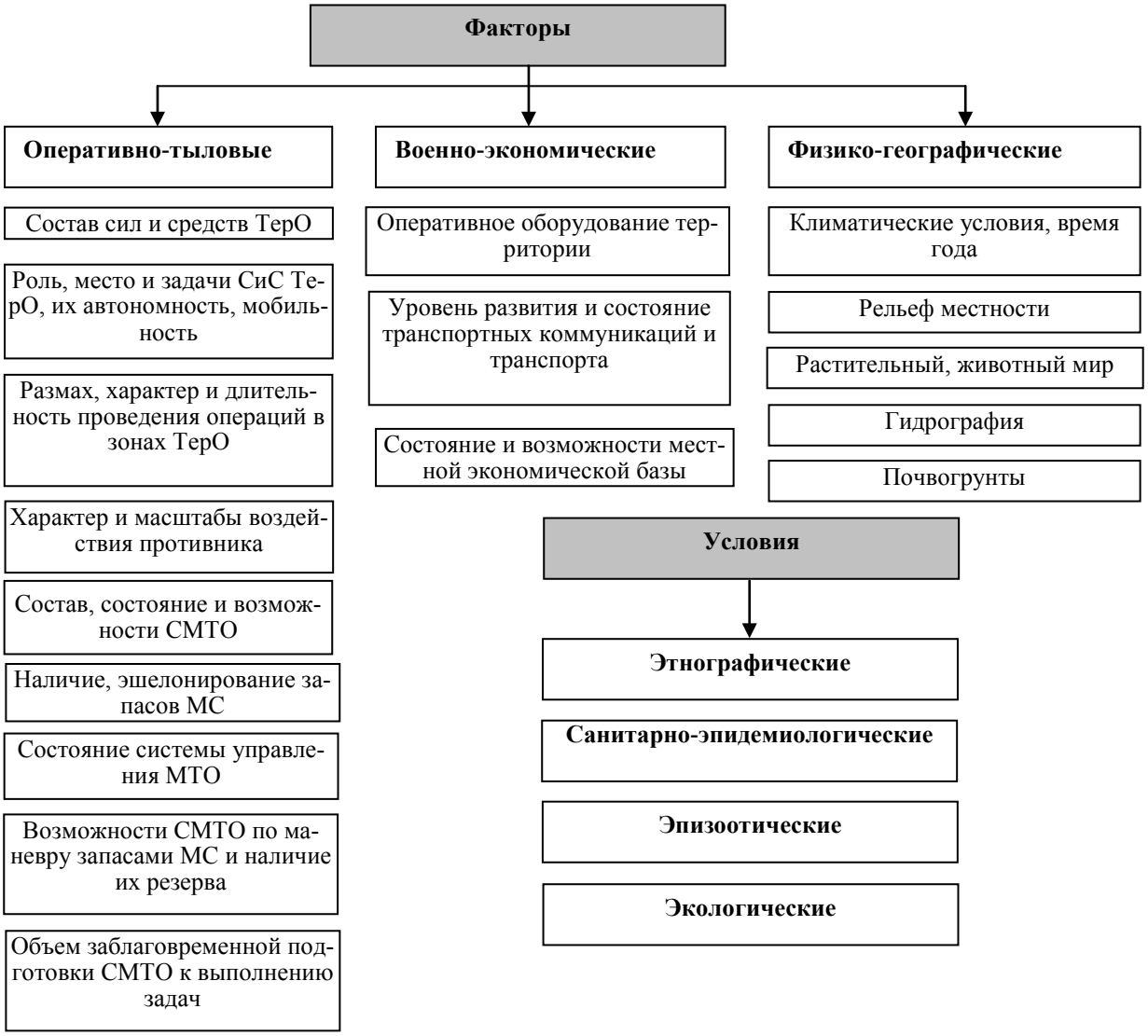


Рисунок – Факторы и условия, влияющие на функционирование транспортно-логистической системы

Рассмотрим один из оперативно-тыловых факторов – характер и масштабы воздействия противника на транспортно-логистическую систему. Следует отметить, что в начальный период войны возможности противника только авиационными средствами позволяют ежесуточно наносить высокоточные удары на глубину до 600 км в глубине зоны ответственности военного округа, что обеспечивает противнику возможность нанесения массированных упреждающих ударов для срыва МТО войск.

Опыт войн и военных конфликтов последних десятилетий свидетельствует о том, что в число первоочередных задач противника входит воздействие на коммуникации. Показателен в этом отношении опыт боевых действий коалиционных войск в Персидском заливе, свидетельствующий о нанесении более чем 60% ударов авиации по объектам на коммуникациях. Массированное огневое воздействие по объектам на коммуникациях предполагает практически полное их разрушение, разобщающее коммуникации на 30-40 и более участков. Это может привести к коренному изменению оперативно-тыловой обстановки в целом и к перерывам сквозного движения на срок от одних до пяти суток в глубине зоны ответственности военного округа.

Анализ проведенных с участием сил специальных операций (ССО) действий в ряде локальных войн (на Гаити, в Руанде, Сомали, Косово, Герцеговине, Ираке, Афганистане и

др.) показывает, что эти силы решают широкий круг задач. Они первыми проникают на территорию противника и, действуя скрытно и быстро, ведут информационно-психологические операции, инициируют повстанческие движения и сливаются с ними, организуют диверсии, терроризм, саботаж. На них возлагается сбор разведывательных сведений, вывод из строя или захват важных военных, промышленных или государственных объектов с применением как обычного, так и ядерного, химического, бактериологического оружия, осуществление рейдов и устройство засад в тылу противника, нарушение коммуникаций, системы государственного и военного управления и тылового обеспечения.

Диверсионно-разведывательные силы (ДРС) и незаконные вооруженные формирования (НВФ) способны вести активные действия на всей территории военного округа как немногочисленными группами численностью до 100 человек, так и крупными НВФ, до 2000 и более вооруженных бойцов. При этом состав действующей группировки ДРС и НВФ будет иметь тенденцию наращивания сил и средств.

Таким образом, устойчивое функционирование транспртно-логистической системы в интересах сил и средств привлекаемых к территориальной обороне зависит от оперативно-тыловых, военно-экономических, физико-географических факторов и этнографических, санитарно-эпидемиологических, эпизоотических и экологических условий. Исследование и анализ указанных факторов и условий позволит определить первоочередные пути совершенствования состава и структуры Вооруженных Сил, других войск и органов участвующих в территориальной обороне, создания эшелонированной по стратегическим и операционным направлениям системы военной инфраструктуры.

Список литературы

1. Указ Президента РФ от 31.12.2015 № 683 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации».

2. Бабенков А.В. Методологические аспекты экономической эффективности логистических процессов в системе материально-технического обеспечения // Вооружение и экономика. 2015. № 3 (32). С. 90–97.

3. Бабенков А.В., Бузанов А.В., Кривов А.А. Определение потребности в материальных средствах войск территориальной обороны // Межвузовский сборник научных трудов: «Региональные аспекты управления, экономики и права Северо-западного федерального округа России». Санкт-Петербург. 2016. С. 26–32.

4. Демков В.В., Бабенков А.В., Бузанов А.В. Военно-экономическое обоснование рациональных показателей доставки материальных средств для обеспечения войск территориальной обороны // Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. 2017. № 1–2 (103–104). С. 149–154.

УДК 355.4

НЕКОТОРЫЕ ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ ПРОИЗВОДСТВА ПОГРУЗО-ВЫГРУЗОЧНЫХ РАБОТ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА И РЕКОНСТРУКЦИИ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Шувалов Денис Владимирович *– кандидат технических наук, докторант*

Фискевич Александр Сергеевич *– кандидат военных наук, доцент кафедры общей тактики и общевоенных дисциплин Военного института (Железнодорожных войск и военных сообщений)*

Буянов Михаил Сергеевич *– кандидат военных наук, доцент, профессор кафедры общей тактики и общевоенных дисциплин Военного института (Железнодорожных войск и военных сообщений)*

ФГКВОУ ВО Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва

Аннотация. Железнодорожный транспорт играет ключевую роль в развитии экономики российской федерации. содержание железных дорог в рабочем состоянии, а также строительство новых железнодорожных линий требуют постоянной реализации материальных средств. при этом проблемы производства погрузо-выгрузочных работ зачастую связаны с грузами или тарой цилиндрической формы. в статье предлагаются некоторые пути решения проблем производства погрузо-выгрузочных работ при организации строительства и реконструкции железных дорог.

Ключевые слова: погрузо-выгрузочные работы, устройство для погрузки и выгрузки, цилиндрические грузы, транспортная система, железная дорога, железнодорожный путь, цилиндрический груз, строительство, реконструкция, железнодорожные войска.

SOME OF THE SOLUTIONS TO THE PROBLEMS OF THE PRODUCTION OF LOADING-UNLOADING WORKS IN THE ORGANIZATION OF CONSTRUCTION AND RECONSTRUCTION OF RAILWAYS

Shuvalov Denis V. – Candidate of Technical Sciences, doctoral candidate

Fiskevich Alexander S. – Candidate of Military Sciences, Associate Professor (general tactics and general military disciplines) of military institute (railway troops and military communications)

Buyanov Mikhail S. – Candidate of Military Sciences, Associate Professor, Professor of the department (general tactics and general military disciplines) of military institute (railway troops and military communications)

Military Academy for Logistics General of the Army A.V. Khrulev

Abstract. Railway transport plays a key role in the economic development of the Russian Federation. The maintenance of Railways in working condition, as well as the construction of new railway lines require the constant implementation of material resources. The article offers some ways to solve the problems of loading and unloading operations in the organization of construction and reconstruction of Railways.

Keywords: loading and unloading works, device for loading and unloading, cylindrical cargoes, transport system, railway, railway track, cylindrical cargo, construction, reconstruction, Railway troops.

Железнодорожный транспорт имеет особое значение для экономики Российской Федерации и занимает ведущую место в транспортной системе государства. Это обусловлено высокой надёжностью железнодорожного транспорта, большими расстояниями и объёмами перевозок, отсутствием внутренних водных путей в главном направлении Восток-Запад, уда-

ленностью основных промышленных и аграрных центров от морских путей, климатическими условиями Российской Федерации [1–3].

По официальным данным протяженность железных дорог Российской Федерации составляет более 86 тыс. км, на которых расположено более 400 железнодорожных узлов, 139 тоннелей общей длинной 103 км, более 30,5 тыс. мостов общей длинной свыше 927 км.

В мирное время на железную дорогу приходится около 85 % всех грузовых перевозок, а в военное время объем перевозок существенно может возрасти, что с учетом большой площади Российской Федерации показывает исключительную роль железных дорог в обеспечении безопасности страны [3–5].

Строительство и реконструкция железнодорожных линий является неотъемлемым элементом развития транспортной системы государства: железнодорожный путь и коммуникации на железнодорожном транспорте вследствие постоянной эксплуатации нуждаются в постоянном обслуживании и ремонте, а прогрессивный рост экономики государства требует увеличения объёма грузовых перевозок железнодорожным транспортом, что влечёт за собой реконструкцию действующих железных дорог, а также строительство новых. При этом, что важно, эти мероприятия неразрывно связаны с реализацией большого количества материальных средств: рельсов, шпал, элементов мостовых конструкций и других материальных средств [6, 7].

Зачастую, погрузку и выгрузку перевозимых материальных средств приходится выполнять собственными организаций и структур (организации ОАО РЖД, воинские части Железнодорожных войск и другие организации различных форм собственности), выполняющих строительство и реконструкцию железных дорог, используя в этих целях грузоподъёмные машины и имеющийся по штату персонал.

При производстве погрузо-выгрузочных работ, в особенности в ограниченных по объёму пространствах (вагоны, трюмы судов и другие транспортные средства) сложность вызывает строповка и погрузка (выгрузка) цилиндрических грузов [8]. Необходимо отметить, при выполнении задач по строительству и реконструкции железных дорог доля цилиндрических грузов, либо грузов, упакованных в тару, имеющую цилиндрическую форму, может достигать 30-40 % (рис. 1) от общего объёма грузов, используемых при выполнении задач [6].

Для погрузки или выгрузки подобных грузов необходимы специальные приспособления, траверсы и устройства, способные надёжно удерживать эти грузы при их перемещении [8]. При этом для производства погрузо-выгрузочных работ цилиндрических грузов требуется время и квалифицированный персонал, что существенно влияет на оперативность работ по погрузке (выгрузке) грузов.

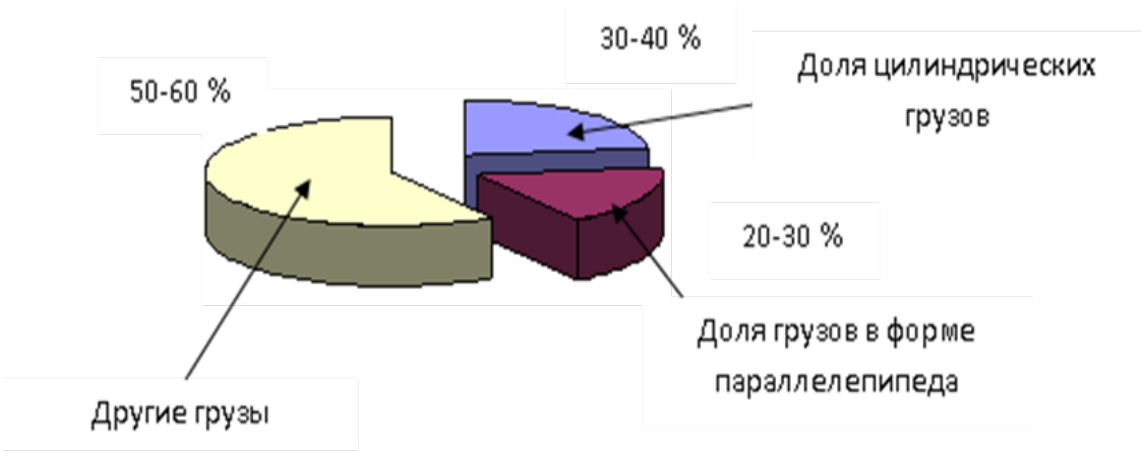


Рисунок 1 – Доля цилиндрических грузов в общем объёме грузов, используемых Железнодорожными войсками при выполнении задач

Устройство для погрузки и выгрузки цилиндрических грузов (рис. 2) [2] предназначено для ускоренной погрузки или выгрузки грузов, имеющих цилиндрическую форму (боч-

ки, металлические чушки, трубы большого диаметра и другие грузы цилиндрической формы) или упакованных в тару (запакетированных) цилиндрической формы (листы металла в рулоне, связки свай, труб и другие грузы, упакованные подобным образом).

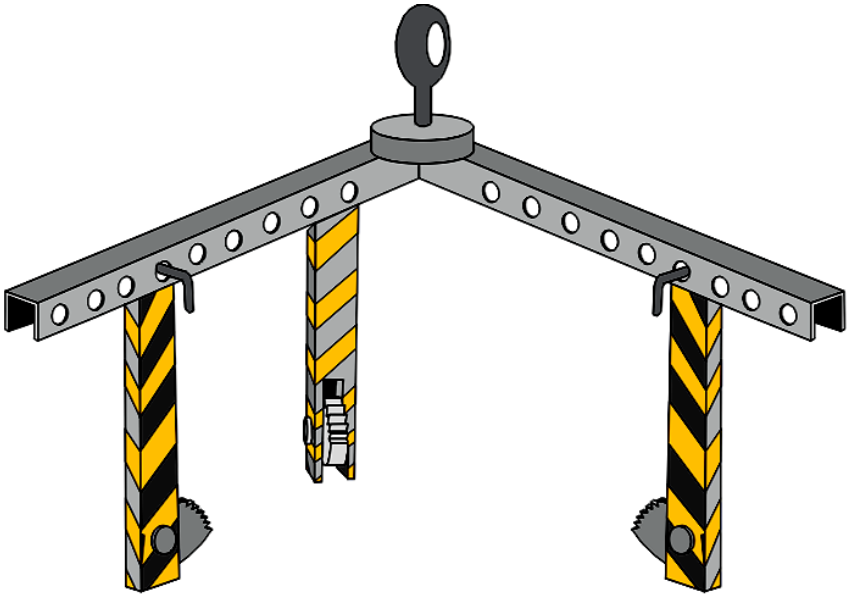


Рисунок 2 – Устройство для погрузки и выгрузки цилиндрических грузов

Устройство для погрузки и выгрузки цилиндрических грузов состоит из трёх балок П-образной формы в сечении, которые соединены одними концами. При этом балки находятся в одной плоскости и представляют трёхлучевую звезду, лучи которой равноудалены друг от друга.

Каждая балка имеет технологические отверстия, через которые к балкам под прямым углом неподвижно крепятся стойки, по одной на каждую балку.

Благодаря технологическим отверстиям, переставляя стойки по балке предлагаемым устройством возможно осуществлять погрузочно-выгрузочные работы с грузами разных диаметров.

В нижней части каждой стойки подвижно, направлением внутрь изделия крепятся захватные элементы (рис. 3) таким образом, что свободном состоянии пружины удерживают каждый захватный элемент в нижнем положении.

В нижней части каждой стойки подвижно, направлением внутрь изделия крепятся захватные элементы таким образом, что свободном состоянии пружины удерживают каждый захватный элемент в нижнем положении.

Под нижним положением подразумевается положение, при котором продольные оси всех трех захватных элементов находятся в одной плоскости.

В месте соединения балок находится приспособление для захвата устройства крюком, как показано на рисунке 1.

Устройство для погрузки и выгрузки цилиндрических грузов применяют следующим образом. Для погрузки или для выгрузки цилиндрических грузов устройство настраивают на определенный диаметр, немного больший диаметра грузов, подлежащих перемещению. Для этого крепежными элементами через технологические отверстия фиксируют стойки в балках. Места крепления стоек во всех трех балках одинаково.

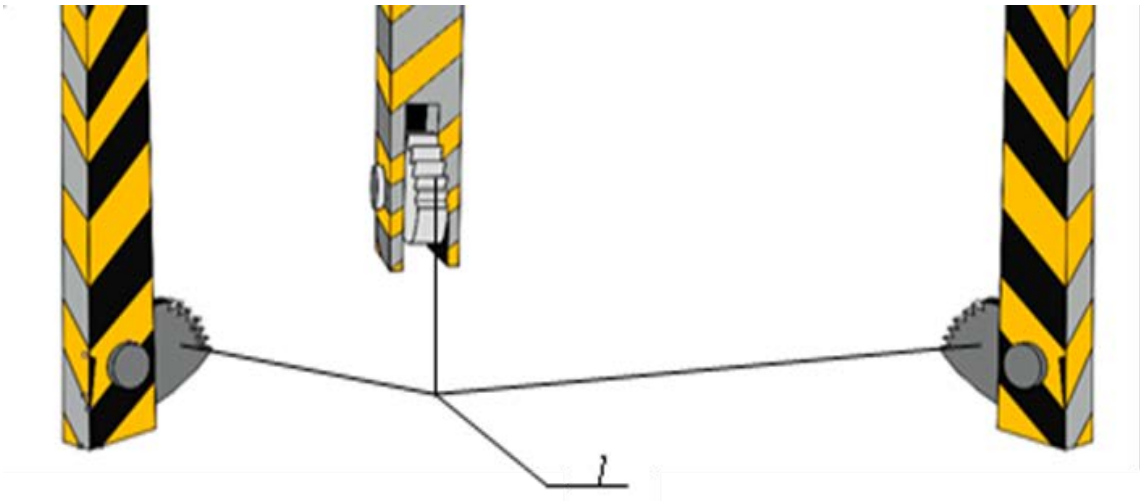


Рисунок 3 – Стойки устройства для погрузки и выгрузки цилиндрических грузов: 1 – захватный элемент

Затем, при помощи грузоподъемного механизма, например, портового крана, устройство для погрузки и выгрузки цилиндрических грузов опускается на предназначенный для перемещения цилиндрический груз. При этом захватные элементы, опираясь на верхнее основание, преодолевают напряжение пружины и отклоняются от крайнего нижнего положения вверх. Как только захватные элементы начинают скользить по стенкам груза, опускание устройства для погрузки и выгрузки цилиндрических грузов прекращается и начинается подъем. При подъёме устройства захватные элементы имеющимися зубцами упираются в стенки груза и увлекают груз вместе с собой (рис. 4). Происходит подъём цилиндрического груза.

Для высвобождения перемещённых грузов от предлагаемого устройства захватные элементы утапливают и удерживают в стойках, а само устройство при этом поднимают.

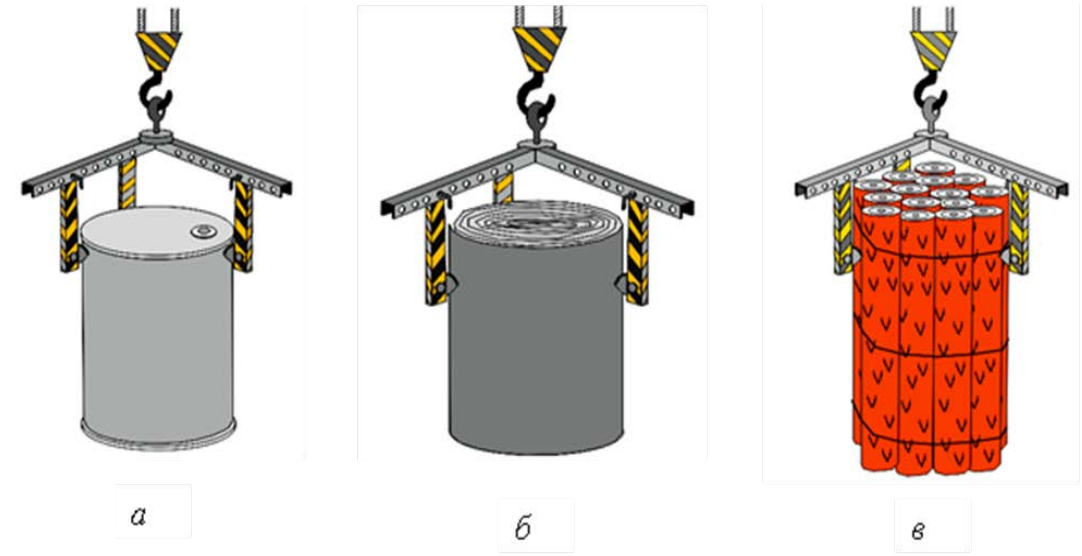


Рисунок 4 – Подъем грузов при помощи устройства для погрузки и выгрузки цилиндрических грузов: а – бочки; б – листа металла, скрученного в рулон; в – связки брёвен

Применение устройства для погрузки и выгрузки цилиндрических грузов позволит сократить продолжительность процесса погрузки (выгрузки) этих грузов, а также необходимость в привлечении квалифицированного персонала, что существенно влияет на оператив-

ность работ по погрузке (выгрузке) грузов, в особенности в ограниченных по объёму пространствах (вагоны, трюмы судов и другие транспортные средства).

Список литературы

1. Шаталова Н.В. Пространственное развитие России: транспортный аспект // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2016: материалы Международной научно-практической конференции. ИПТ РАН. Санкт-Петербург. 2016. С. 354–359.

2. Шувалов Д.В., Фискевич А.С., Шувалова М.А. и др. Устройство для погрузки и выгрузки цилиндрических грузов. Патент на полезную модель от 18 января 2018 г. № 176409.

3. Соколов В.В., Кавецкий В.Н., Махонько В.П. Состояние и проблемы организации воинских железнодорожных перевозок. Военная мысль. 2012. № 7. С. 59–65.

4. Шувалов Д.В. Альтернативный подход к обеспечению устойчивости объектов Министерства обороны (баз хранения) при использовании инновационных технических решений. Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. 2016. № 5-6 (95-96). С. 75–78.

5. Шувалов Д.В., Фискевич А.С. Планирование применения техники длительного хранения как основа успешного выполнения задач обеспечения государственной безопасности. Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. 2015. № 7–8 (85–86). С. 70–75.

6. Махонько В.П., Фомин А.А., Чистилин И.И. Проблемные вопросы организации погрузки (выгрузки) войск на железнодорожном транспорте. Наука и безопасность. 2017. № 2 (9). С. 56–58.

7. Шувалова М.А. Исторические аспекты развития процессуальных гарантий обеспечения прав несовершеннолетних участников уголовного судопроизводства. Актуальные проблемы гуманитарных и социально-экономических наук. 2017. Т. 11. № 6. С. 132–137.

8. Шувалов Д.В., Ложечников Г.А. Способ блочной транспортировки и сборки железнодорожного крана СРК-50. Патент на полезную модель. М.: Бюл. открытий, изобретений № 26. Пат. № 2563512, 2015.

УДК 656.073

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВАРИАНТОВ ПЕРЕВАЛКИ ГРУЗА В СМЕШАННОМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНО-ВОДНОМ СООБЩЕНИИ

Четчуев Максим Владимирович *– кандидат технических наук, руководитель научно-образовательного центра «Мультимодальные транспортные системы», доцент кафедры железнодорожных станций и узлов*

ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I

Четчуева Валентина Геннадьевна *– заместитель начальника отдела транспортных решений*

АО «РЖД Логистика» (филиал в Санкт-Петербурге)

Аннотация. В статье изложена общая характеристика существующих вариантов передачи груза между железнодорожным и водным транспортом в морском порту. По рассмотренным вариантам определены основные расходы на перевалку груза, а также выполнена оценка влияния эти затрат на итоговую стоимость перегрузки. На основании выполненного исследования сделаны выводы о целесообразности применения вариантов перевалки груза в смешанном железнодорожно-водном сообщении.

Ключевые слова: взаимодействие видов транспорта, перевалка груза, смешанные перевозки, стыковой пункт, морской порт.

AN ECONOMICAL FEASIBILITY ANALYSIS OF CARGO TRANSSHIPMENT OPTIONS APPLIED FOR MIXED RAILWAY AND WATERBORNE TRANSPORTATION

Chetchuev Maksim V. – Ph.D., head of research and education center «Multimodal transport systems», associate professor of the department «Railway stations and junctions»
Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University
Chetchueva Valentina G. – deputy head of transport solutions
JSC RZD Logistics (branch in Saint Petersburg)

Abstract. The article provides a general overview of the current options of cargo transfer between railway and waterborne transport within a sea port. The general expenses associated with the considered options are determined and their influence on the total transshipment cost is assessed. Basing on the analysis performed, the author makes a conclusion on the viability of applying various cargo transshipment options for mixed railway and waterborne transportation.
Keywords: interaction modes of transport, cargo handling, multimodal transport, overload point, sea port.

Одним из наиболее ответственных и в большинстве случаев весьма сложных в реализации этапов смешанной перевозки является передача груза с одного вида транспорта на другой. Возможные трудности связаны с необходимостью координации работы стыкуемых транспортных систем в технической, технологической, организационной, планово-экономической, правовой и финансовой сферах [1]. Это особенно характерно для взаимодействия железнодорожного и водного транспорта.

Существуют три варианта передачи груза: прямой, складской, комбинированный.

Прямой вариант предполагает непосредственную перевалку груза между взаимодействующими видами транспорта. При складском варианте передачу груза осуществляют через склад. Комбинированный предусматривает совмещение прямого и складского вариантов.

Экономически наиболее целесообразным принято считать прямой вариант перегрузки. В нашей стране этот способ передачи груза при смешанных перевозках долгое время являлся основным, при этом уровень применения прямого варианта считался одним из базовых показателей, характеризующих качество взаимодействия различных видов транспорта в стыковом пункте. Определить уровень использования прямого варианта передачи груза в пункте взаимодействия можно путем расчета коэффициента перевалки по следующей формуле

$$k_{\text{пер}} = T_{\text{о}} / \sum P_{\text{пер}},$$

где $T_{\text{о}}$ – число тонно-операций, выполняемых с грузом, поступающим для перевалки за определенный срок (навигацию, месяц, сутки);

$\sum P_{\text{пер}}$ – общее количество тонн груза, поступающего для перевалки за тот же срок.

Расчет коэффициента перевалки может производиться как по родам грузов, так и в целом по стыковому пункту. Величина этого коэффициента может колебаться в пределах от 1 до 2. Граничные значения коэффициента свидетельствуют, что либо все грузы перерабатываются по прямому варианту ($k_{\text{пер}} = 1$), либо такой вариант перевалки полностью отсутствует ($k_{\text{пер}} = 2$) [2].

Экономические эффекты при использовании прямого варианта связывают с тем, что: снижаются потребности в складских мощностях; уменьшается количество необходимых перегрузочных механизмов и потребный штат работников; отсутствуют дополнительных опе-

раций по выгрузке на склад и со склада в подвижной состав; исключаются операции временного хранения груза [3].

Все перечисленное в теории должно привести к ускорению и удешевлению доставки груза. Однако, следует учитывать и то, что уровень достижения подобных эффектов при прямом варианте перегрузки будет целиком определяться такими факторами, как: согласованность работы смежных видов транспорта, ритмичность поступления транспортных средств, грузоподъемность подвижного состава, объем перегрузки, структура грузопотока и др.

В реальных условиях зависимость конечного финансового результата от указанных факторов зачастую недооценивается. В качестве наиболее показательного примера рассмотрим состав отличающихся затрат на передачу груза между железнодорожным и водным транспортом в морском порту. Затраты на перевалку при использовании прямого варианта можно определить из выражения

$$C_{пер}^{пр} = C_{н.пр}^{ваг} + C_{пер} \pm C_{н.пр}^{суд},$$

где $C_{н.пр}^{ваг}$, $C_{н.пр}^{суд}$ – соответственно затраты, связанные с непроизводительным простоем вагонов и судов, руб.;

$C_{пер}$ – стоимость перевалки груза между железнодорожным и водным транспортом, руб.

Для складского варианта расчётная формула затрат на перевалку будет такой

$$C_{пер}^{скл} = C_{н.пр}^{ваг} + C_{пер}^{ваг\text{-}скл} + C_{хр} + C_{пер}^{скл\text{-}суд} \pm C_{н.пр}^{суд},$$

где $C_{пер}^{ваг\text{-}скл}$, $C_{пер}^{скл\text{-}суд}$ – затраты, связанные с перегрузкой груза из транспортных средств (вагонов, судов) на склад и со склада в транспортные средства, руб.;

$C_{хр}$ – затраты по хранению груза на складе, руб.

Предварительный анализ приведенных формул показывает, что при складском варианте затраты на перевалку будут выше ввиду необходимости двойного производства грузовых операций и хранения груза. Вместе с этим, следует отметить и то, что затраты на производство погрузочно-разгрузочных работ и хранение груза формируются на основе установленных терминалами порта ставок и могут быть точно рассчитаны до момента организации смешанной перевозки. А вот затраты, связанные с непроизводительными простоями транспортных средств в стыковом пункте, могут быть определены, как правило, только после завершения перевозки или ее части.

Основная опасность затрат на непроизводительный простой подвижного состава заключается в том, что пренебрежение ими, или недостаточный учет, могут сделать смешанную перевозку не просто экономически нецелесообразной, но даже убыточной. С позиции влияния этих затрат, складской вариант перегрузки является более предпочтительным, поскольку непроизводительные простои судов и вагонов при нём будут минимальными, а в некоторых случаях отсутствовать вовсе.

С прямым вариантом перевалки груза ситуация полностью противоположная. Отечественный и зарубежный опыт показывают, что из-за объективно существующей неравномерности поступления транспортных средств в пункт перевалки организовать передачу груза по прямому варианту, без простоя подвижного состава одного или другого вида транспорта, весьма сложно [4]. На практике обычно не более 20-25% грузов может быть перегружено по прямому варианту без дополнительного простоя подвижного состава одной из стыкуемых транспортных систем. Остальные 75-80% грузов почти всегда перегружаются с дополнительным простоем транспортных средств [5]. Существовавшие во времена плановой экономики способы компенсации несогласованности в подводе, такие как, создание в порту обменного парка вагонов, непригодны для рыночных отношений. Одним из способов погашения неравномерности, применяемых в настоящее время, является накопление подвижного

состава одного из видов транспорта, которое в свою очередь нередко приводит к появлению соответствующих сверхнормативных простоев.

Определение величины затрат на ненормативный простой транспортных средств производят следующим образом. Для вагонов, ожидающих выполнение грузовых операций на путях общего пользования, расчет затрат выполняют на основании положений действующего Тарифного руководства [6]. Если же аналогичный простой вагонов происходит на территории терминала порта, то в составе затрат дополнительно должна быть учтена и плата за использование железнодорожной инфраструктуры необщего пользования. В случае с водным транспортом, дополнительные затраты на непроизводительный простой судов возникают после превышения сталийного времени. Под этим временем подразумевается срок, в течение которого перевозчик предоставляет судно для погрузки груза и держит его под погрузкой груза без дополнительных к фрахту платежей [7]. По окончании сталийного времени может быть установлено дополнительное время ожидания – контрсталийное время. Практически всегда, сталийное и контрсталийное время определяются соглашением сторон. В редких случаях, при отсутствии такого соглашения, сроками, обычно принятыми в порту погрузки. За простой судна в течение контрсталийного времени перевозчику причитается плата (демередж). Размер этой платы, также определяется соглашениями сторон. Анализ реально заключенных соглашений показывает, что демередж, как правило, весьма высок, даже при относительно небольшом контрсталийном времени.

Описанная ситуация, при возникновении простоя судна, может быть дополнительно экономически ухудшена. Согласно Кодексу торгового мореплавания Российской Федерации по истечении контрсталийного времени перевозчик имеет право отправить судно в плавание, если даже весь условленный груз не погружен на судно по причинам, не зависящим от перевозчика. При этом перевозчик сохраняет право на получение полного фрахта.

Следует упомянуть и том, что при взаимодействии водного и наземных видов транспорта, при условии досрочной погрузки или разгрузки судна, стоимость перевалки может быть снижена на диспач. Под этим термином подразумевается размер платы, причитающейся фрахтователю за окончание грузовых операций до истечения сталийного времени. Вполне очевидно, что вероятность досрочного завершения грузовых операций с судном выше при применении складского варианта.

Безусловно, решение о выборе варианта перевалки груза в стыковом пункте нужно принимать в каждом конкретном случае на основе детального анализа особенностей и условий смешанной перевозки. Однако, из изложенного материала можно заключить, что в условиях неопределенности выбор целесообразно производить в пользу складского варианта.

Сделанное заключение подтверждается зарубежным опытом организации смешанных перевозок, где преобладающим вариантом передачи груза при взаимодействии железнодорожного и водного транспорта является складской.

Применение комбинированного варианта перегрузки, за счет сочетания достоинств прямого и складского вариантов, в ряде случаев также может быть экономически целесообразным. Например, при погрузке и выгрузке больших судов.

Список литературы

1. Рыбин П.К., Кизляк О.П., Четчуев М.В. Взаимодействие видов транспорта. Ч.1: учебное пособие. Санкт-Петербург: ФГБОУ ВО ПГУПС. 2016. 47 с.

2. Повороженко В.В., Сологуб Н.К., Тимошин А.А., Галабурда В.Г. Основы взаимодействия железных дорог с другими видами транспорта: учебник для вузов. М.: Транспорт. 1986. 215 с.

3. Четчуев М.В., Четчуева В.Г. Анализ вариантов передачи груза при взаимодействии видов транспорта // Развитие инфраструктуры и логистических технологий в транспортных системах: материалы II Международной научно-практической конференции, 4–6 октября 2017 г. СПб: ООО «АРТ-ЛАЙН». 2018. С. 86–88.

4. Правдин Н.В., Негрей В.Я., Подкопаев В.А. Взаимодействие различных видов транспорта: (примеры и расчеты) / Под ред. Н.В. Правдина. М.: Транспорт. 1989. 208 с.

5. Маликов О.Б. Склады и грузовые терминалы: справочник. СПб: Издательский дом «Бизнес-пресса». 2005. 560 с.

6. Постановление ФЭК России от 19.06.2002 г. № 35/12 (ред. от 29.04.2015 г., с изм. от 10.12.2015 г.) «Об утверждении Правил применения ставок платы за пользование вагонами и контейнерами федерального железнодорожного транспорта (Тарифное руководство № 2).

7. «Кодекс торгового мореплавания Российской Федерации» от 30.04.1999 г. № 81-ФЗ (ред. от 29.12.2017 г.) [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/ document/cons_doc_LAW_22916.

УДК 656.2

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЕЗДНОЙ И ГРУЗОВОЙ РАБОТЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО НАПРАВЛЕНИЯ С УЧЕТОМ РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЕЙ ПОЕЗДОНАСЫЩЕНИЯ

Махонько Виктор Петрович *– доктор военных наук, доцент, доцент кафедры военных сообщений*

ФГКВОУ ВО Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва

Аннотация. Раскрытии подхода к имитационному моделированию поездной и грузовой работы железнодорожного направления. Новизна статьи заключается в том, что представленный в ней подход предусматривает необходимость определения и оценки «узких мест» в эксплуатационной работе. Они характеризуются превышением оптимальных уровней поездонасыщения железнодорожных участков. Использование данной модели позволит органам управления прогнозировать и своевременно реагировать на возникающие затруднения в эксплуатационной работе на железнодорожных направлениях.

Ключевые слова: имитационная модель, железнодорожное направление, режим поездной работы, поездонасыщение,поездопотоки.

IMITATION MODELING OF TRAIN AND CARGO WORKS OF RAILWAY DIRECTION IN CONSIDERATION OF VARIOUS LEVEL OF RAILWAY TRAINS SATURATION

Makhonko Victor P. – Doctor of Military Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Military Communications

Military Academy for Logistics General of the Army A.V. Khrulev

Abstract. The purpose of the work is to reveal the approach to the simulation modeling of train and cargo work of the railway direction. The novelty of the article lies in the fact that the approach presented in it implies the need to identify and evaluate “bottlenecks” in operational work. They are characterized by exceeding the optimal levels of train saturation on railway sections. The use of this model will allow government to predict and respond in a timely manner to the difficulties encountered in the operational work on railway routes.

Keywords: simulation model, railway direction, train operation mode, train saturation, train flows.

Практика эксплуатационной работы железных дорог показывает, что параметры обслуживаемых поездопотоков по различным причинам в большой степени отличаются от запланированных. В связи с этим имеет место как периодическое превышение, так и недоиспользование имеющихся производственных мощностей железных дорог. Это создаёт значи-

тельные трудности в использовании их технической базы для своевременного выполнения перевозок. При этом затруднения в продвижении поездов происходят главным образом не из-за недостаточной пропускной, погрузочно-выгрузочной способности участков и станций [1–5], а из-за недостаточной ёмкости их путевого развития, и, как следствие, превышения допустимого уровня их загрузки.

В этой связи большую значимость приобретает прогнозирование процессов погрузки, продвижения и выгрузки поездов на сети железных дорог. По его результатам представится возможность своевременного реагирования на волнообразный, сгущённо-разреженный характер поездной и грузовой работы железных дорог, а также учёта многообразия взаимосвязей обслуживаемых поездопотоков.

Наиболее перспективным направлением решения этой задачи представляется разработка имитационной модели поездной и грузовой работы железнодорожного направления. Это обусловливается действием ряда факторов, основными из которых являются:

– вероятностный характер поездной и грузовой работы железных дорог;

– многосторонний характер взаимосвязей процессов обслуживания различных категорий поездов;

– сложная структура используемой для выполнения перевозок сети железных дорог;

– многообразие вариантов развития технической базы железнодорожных участков и станций;

– трудность постановки эксперимента и наблюдения за ходом перевозочного процесса в реальных условиях.

Актуальность исследований, направленных на разработку моделей, позволяющих оценивать состояние и возможности железных дорог в различных условиях транспортной обстановки, подчеркивается и специалистами-практиками. Разработка программного обеспечения для таких моделей позволит улучшить качество управленческих решений, принимаемых органами управления на железнодорожном транспорте на основе системной оценки эксплуатационной работы станций, железнодорожных участков, направлений, полигонов и сети в целом.

Основной целью разработки имитационной модели поездной и грузовой работы железнодорожного направления является получение значений таких выходных показателей, на основе которых представляется возможным принимать решения по использованию производственных мощностей железных дорог в процессе многодневного прогноза, а также оперативного планирования их эксплуатационной работой. Модель должна основываться на совокупной оценке параметров поездопотоков на этапах их зарождения, продвижения и погашения. В качестве компонентов имитационной модели должны выступать следующие структурные элементы сети железных дорог:

– железнодорожные участки базирования районов погрузки;

– технические станции;

– железнодорожные участки направлений перевозки;

– железнодорожные участки базирования районов выгрузки.

Стремление к агрегированию представления используемой сети железных дорог показало возможность рассмотрения железнодорожных участков базирования районов погрузки (выгрузки) в качестве таких условных транспортных объектов, как «центров тяжести грузовой работы». Они назначаются по аналогии с «центрами тяжести перевозок», представляющими собой пункт, в котором собран весь потенциал транспортного района [6]. В качестве «центров тяжести грузовой работы» выступают технические станции, находящиеся на стыке непосредственно железнодорожных участков базирования районов погрузки (выгрузки) и подводящих направлений.

Ввод такого элемента, как «центр тяжести грузовой работы», с одной стороны, позволяет значительно упростить формирование достаточно масштабной по своему составу сети железных дорог, а с другой стороны сохранить детализированный характер рассмотрения эксплуатационной работы железнодорожных участков базирования районов погрузки (выгрузки).

Оценка характера происходящих потоковых процессов должна основываться на прогнозировании интенсивности обслуживания поездов различными элементами железнодорожной сети, представленными в имитационной модели перечисленными выше элементами. При этом процесс прогнозирования основывается на нескольких последовательных, взаимосвязанных вычислительных процедурах:

1) эмпирическое определение интенсивности поступления поездопотоков на различные элементы железнодорожной сети;

2) определение возможных уровней поездонасыщения железнодорожных участков базирования районов погрузки (выгрузки), железнодорожных участков маршрутов перевозок;

3) получение прогнозных оценок интенсивности поездопотоков на элементах железнодорожной сети.

При определении интенсивности поступления поездопотоков на элементы железнодорожной сети следует учитывать неравномерность погрузки, продвижения и выгрузки поездов, а также неравномерность движения других категорий поездов в различные интервалы времени (t) в течение прогнозируемого периода (T). При этом стохастический характер перевозочного процесса должен отражаться как на суточном, так и на внутрисуточном уровне. В первом случае это будет актуально для многодневного прогноза, а также для разработки суточных планов поездной и грузовой работы, а во втором – в процессе разработки сменных планов поездной и грузовой работы.

На основании анализа предполагаемых значений интенсивности поступления поездопотоков на различные элементы железнодорожной сети устанавливается возможность возникновения «узких мест» в эксплуатационной работе. Они характеризуются превышением оптимальных уровней поездонасыщения железнодорожных участков. При этом в качестве показателя, характеризующего поездонасыщение участков, выступает уровень занятости используемых для поездной работы перегонов и станционных путей (ϕ) [7, 8]. Он определяется следующим образом:

$$\phi = E/P, \text{ км/п},$$

где E – общая вместимость используемых для поездной работы путей железнодорожных участков, км; P – заполнение перегонов и раздельных пунктов железнодорожных участков составами поездов, п.

При таком подходе к прогнозированию «узких мест» в эксплуатационной работе железных дорог представляется целесообразным определение уровней занятости перегонов и станционных путей ($\phi^{\text{рац}}, \phi^{\text{опт}}$) для установленных органами управления предельно допустимых, то есть рациональных и оптимальных уровней их поездонасыщения, которые выступают в качестве основных условий соответственно непрерывного приема поездов на различные элементы сети и ритмичного обслуживания на этих элементах. При этом оптимальное насыщение соответствует условиям функционирования участков при максимальном использовании их пропускных способностей. Рациональным уровням насыщения могут соответствовать условия функционирования железнодорожных участков на границах утяжелённого и тяжёлого, а также тяжелого и аварийного режимов поездной работы [7, 8]. Недопущение тяжёлых режимов поездной работы характеризуется стремлением органов управления к предупреждению случаев оставления поездов без локомотивов. Недопущение перехода участков в аварийные режимы функционирования направлено на предупреждение случаев их «закупорки» поездами и практически остановки поездной работы. В отдельных случаях рациональный режим поездной работы может быть назначен также и для условий оптимального поездонасыщения участков, при которых не допускается превышать максимально возможные размеры движения на участке.

Таким образом, условия непрерывного приема поездов определяются следующим образом:

а) при приёме поездов на железнодорожные участки направлений перевозки

$$\phi_h(n_{p,s_i-h}(t), n_h(t)) \geq \phi_h^{\text{рац}},$$

где n – интенсивность движения поездов, п/сут;

p – «центр тяжести грузовой работы» в районах погрузки;

s – техническая станция;

i – индекс, характеризующий выход поездопотока с технической станции;

h – железнодорожный участок направления перевозки;

t – интервал времени, в который выполняются прогнозные оценки параметров обслуживаемых поездопотоков;

$\phi_h^{\text{рац}}$ – уровень занятости путей железнодорожного участка направления перевозки при рациональном уровне поездонасыщения, км/п;

б) при приеме поездов на технические станции

$$n_{h-s_j}^{\text{в}}(t) \leq N_s - n_s(t),$$

где N – пропускная способность, п/сут;

j – индекс, характеризующий поступление поездопотока на техническую станцию.

в) при приеме поездов на «центры тяжести грузовой работы»

$$\phi_v(n_{h-v}^{\text{в}}(t), n_v(t)) \geq \phi_v^{\text{рац}},$$

где v – «центры тяжести грузовой работы» в районах выгрузки.

Приведенный выше подход к разработке имитационной модели поездной и грузовой работы железнодорожного направления обеспечивают взаимоувязанное рассмотрение разнородных поездопотоков, обслуживаемых на различных этапах перевозочного процесса в различные периоды времени. Использование данной модели позволит органам управления прогнозировать и своевременно реагировать на возникающие затруднения в эксплуатационной работе железных дорог.

Список литературы

1. Шувалов Д.В., Ложечников Г.А. Перспективные технические разработки для транспорта России. СПб: ИПТ РАН. Материалы международной научно-практической конференции. 2014.

2. Высоцкий Ю.Л. Оптимизация поездной работы на направлениях // Железнодорожный транспорт. 1981. № 11. С. 48–49.

3. Козлов В.Е. Оптимизация режима движения поездов на двухпутных линиях // Железнодорожный транспорт. 1977. № 9. С. 37–41.

4. Архангельский Е.В. Уровни загрузки и потребная мощность устройств сортировочных станций. М.: Транспорт. 1975. 128 с.

5. Шаталова Н.В., Бахарев Т.С. Развитие транспортной инфраструктуры // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2015. СПб: 2015. С. 278–281.

6. Рихтер К.Ю. Транспортная эконометрия / монография. М.: Транспорт. 1982. 317 с.

7. Лёвин Д.Ю. Оптимизация потоков поездов / монография. М.: Транспорт. 1988. 175 с.

8. Лёвин Д.Ю. Современные принципы и технология оперативного управления поездной работой // Железнодорожный транспорт. 2004. № 4. С. 27–33.

УДК 629.42:629.4.054, 625.28

К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ТЕПЛОВОЗОВ 3ТЭ10М НА УЧАСТКЕ МАРОКАНД – КАТТАКУРГАН УЗБЕКСКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

Аблялимов Олег Сергеевич *– кандидат технических наук, старший научный сотрудник, доцент, доцент кафедры локомотивов и локомотивного хозяйства*
Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта
(Республика Узбекистан)

Аннотация. Представлены результаты исследований по оценке топливно – энергетической эффективности использования тепловозов 3ТЭ10М на холмисто – горном участке железной дороги при движении грузовых поездов без остановок и с остановками на промежуточных станциях, разъездах и раздельных пунктах. Результаты исследований рекомендуются для практического использования машинистам – инструкторам по теплотехнике, деятельность которых касается вопросов энергетики движения грузовых поездов на реальных холмисто – горных участках железных дорог.

Ключевые слова: исследование, результат, грузовой поезд, тепловоз, эксплуатация, разъезд, станция, топливно – энергетическая эффективность.

TO OF USE OF THE 3*TE*10*M* DIESEL LOCOMOTIVES ON THE MAROKAND – KATTAKURGAN DISTRICT OF UZBEK RAILWAY

Ablyalimov Oleg S. – doctor of philosophy, chief scientific worker, *associate professor, associate professor of the chair locomotives and locomotive economy*
Tashkent institute of railway transport engineering (Republic of Uzbekistan)

Abstract. Introduced the results of the investigation of the fuel – energyly on evaluation of efficiency of the 3TE10M diesel locomotives on a hilly-mountainous road section of railway track by of the movement freight trains with stopping and without stopping on through stations, passing-tracks and division points. Research of the results are recommended for practical use by engine-drivers-instructors, who of professional activities concern by with questions of energy of the freight trains movement on the real of the hilly – mountainous of railways districts.

Keywords: investigation, result, the freight train, the diesel locomotive, exploitation, the stage, the station, fuel – energyly.

Данные исследования, являясь продолжением работы [1], заключаются в обосновании кинематических параметров движения грузовых поездов и параметров основных показателей использования трёхсекционных магистральных (поездных) грузовых тепловозов 3ТЭ10М на холмисто – горном участке Мароканд – Каттакурган Узбекской железной дороги. Железнодорожная перевозка грузов разных по структуре, типу и виду, организованная грузовыми поездами с минимальной массой состава Q = 2500 т и числом осей в составе m = 200 осей, осуществляется вышеупомянутыми грузовыми тепловозами 3ТЭ10М без остановок и с остановками на промежуточных станциях, разъездах и раздельных пунктах.

Конструктивной особенностью магистральных (поездных) грузовых тепловозов серии 3ТЭ10М являются [2]: силовая энергетическая установка – дизель-генератор 1А-9ДГ с дизелем 1А-5Д49, унифицированная система тепловозной автоматики - микропроцессорная система регулирования мощности дизель – генератора УСТА-75-02 и комплексное локомотивное устройство безопасности – система КЛУБ – У, а также унифицированный пульт управления УПУ.

Железнодорожный участок пути Мароканд – Каттакурган длиной 61,75 километров [2] содержит сорок один элемент, из которых восемнадцать и двадцать три элемента пути

характеризуются изменением крутизны, соответственно, подъёмов от +0,6 до +5,82 $^0/_{00}$ и спусков от -0,19 до -5,87 $^0/_{00}$, площадки отсутствуют.

Упомянутый участок Мароканд – Каттакурган имеет две промежуточные станции и один разъезд, на которых ограничение по скорости движения составляет $V^{ог}$ = 80 км/ч (ст. Джума) и $V^{ог}$ = 60 км/ч (ст. Нурбулак, ст. Каттакурган, Разъезд № 24). Перегоны Мароканд – Джума, Нурбулак – Каттакурган и Джума – Разъезд № 24 имеют, соответственно, одно и два ограничения по скорости движения грузовых поездов в $V^{ог}$ = 80 км/ч. Наибольшая скорость движения грузового поезда составляет V^{max} = 90 км/ч.

Поставленная цель исследований реализована серией тягового расчёта [1] на номинальной позиции контроллера машиниста, исследуемого грузового тепловоза, в сочетании с режимами холостого хода и торможения, данными по работам [3] и рекомендациями [4, 5] теории локомотивной тяги. В таблицах 1 и 2 приведены значения некоторых кинематических параметров движения грузовых поездов в процессе реализации железнодорожных перевозок грузов на каждом перегоне участка Мароканд – Каттакурган Узбекской железной дороги.

Таблица 1 – Время хода грузового поезда по перегонам с остановками, а по разъездам, промежуточным станциям и раздельным пунктам на замедление – разгон

№ п/п	Промежуточные станции	Расстояние, км	Время хода, мин	Время на замедление/ разгон, мин
1	Мароканд	-	-	-/2,00
2	Джума	8,75	9,60	1,70/1,50
3	Нурбулак	29,00	24,80	1,65/1,15
4	Каттакурган	24,00	23,50	1,70/0,90
5	Мароканд - Каттакурган	61,75	57,90	1,68/1,39

Таблица 2 – Время хода грузового поезда при движении грузовых тепловозов 3ТЭ10М по перегонам участка Мароканд – Каттакурган

№ п/п	Перегоны	Время хода поезда – движение без остановок, мин		
		по перегону	в режиме	
			тяги	холостого хода и торможения
1	Мароканд – Джума	7,80	4,30	3,50
2	Джума - Нурбулак	22,00	4,55	17,45
3	Нурбулак - Каттакурган	20,90	4,25	16,65
4	Мароканд – Каттакурган	50,70	13,10	37,60

Трёхсекционные магистральные (поездные) грузовые тепловозы 3ТЭ10М осуществляли движение, используя максимально возможные мощности силовых энергетических установок, тяговые качества и свойства локомотива, а также наибольшую кинетическую энергию поезда на каждом элементе профиля пути.

Анализ данных таблиц 1 и 2 и работы [3] говорит о том, что движение грузовых поездов, организованное без остановок на раздельных пунктах, разъездах и
промежуточных станциях по отношению к аналогичному движению с остановками на них, обеспечивает:

– уменьшение общего времени хода поезда на 7,20 мин с увеличением технической скорости движения на 8,05 км/ч при среднем расчётном времени на одну остановку, приблизительно, в 2,4 минуты;

– значения долей движения на режимах тяги в 25,84 процента, а холостого хода и торможения в 74,16 процента;

– уменьшение доли движения в режиме тяги и увеличение её в режиме холостого хода и торможения, приблизительно, на 4,99 процента.

В таблице 3 приведены значения общего (полного) и удельного расхода натурного дизельного топлива трехсекционными магистральными (поездными) грузовыми тепловозами 3ТЭ10М в процессе организации движения с остановками на участке Мароканд – Каттакурган Узбекской железной дороги.

Таблица 3 – Расход натурного дизельного топлива грузовыми тепловозами 3ТЭ10М при движении грузового поезда по участку Мароканд – Каттакурган без остановок

№ п/п	Перегоны	Общий по перегонам и участку *E*, кг Удельный по перегонам и участку *e*, кг / 10^4 т км брутто
1	Мароканд – Джума	112,35 / 49,41
2	Джума – Нурбулак	134,55 / 18,87
3	Нурбулак – Каттакурган	126,08 / 20,88
4	Мароканд – Каттакурган	372,98 / 24,15

Динамика времени хода грузового поезда, общего (полного) и удельного расхода натурного дизельного топлива, расходуемого трехсекционными магистральными (поездными) грузовыми тепловозами 3ТЭ10М в процессе поездки по участку Мароканд – Каттакурган АО «Ўзбекистон темир йўллари» показаны на рисунках 1 и 2.

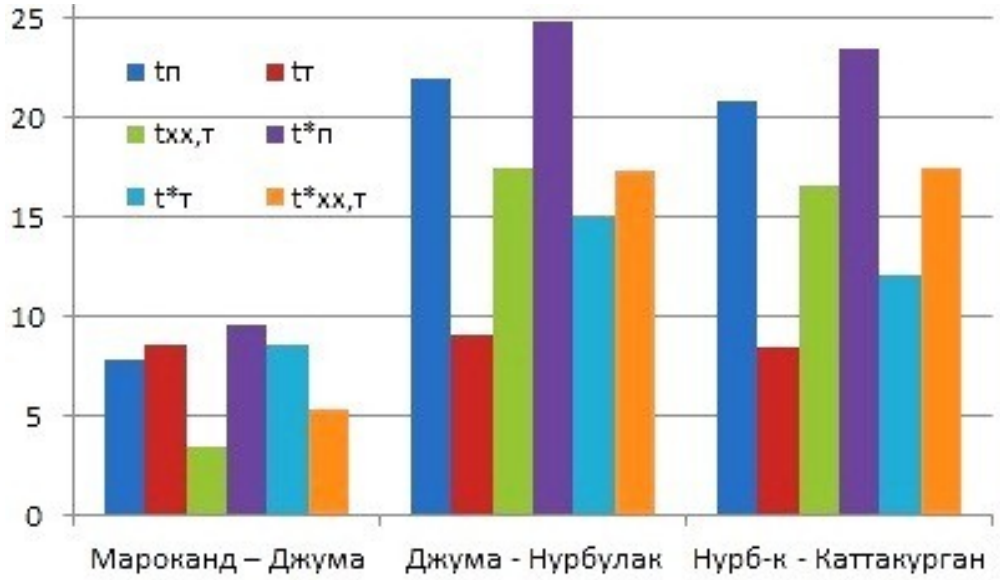


Рисунок 1 – Динамика изменения времени движения грузового поезда по перегонам холмисто – горного участка Мароканд – Каттакурган

По оси ординат отложено: время хода поезда без остановок и с остановками – общее по перегонам участка $t_п$, $t^*_п$, в режиме тяги $t_т$, $t^*_т$, в режиме холостого хода и торможения $t_{хх,т}$, $t^*_{хх,т}$, и расход натурного дизельного топлива за поездку без остановок и с остановками на промежуточных станциях, разъездах и раздельных пунктах, соответственно, общий (полный) *E*, *E** и удельный *e*, *e**. Значения удельного *e* и *e** расхода натурного дизельного топлива на тягу поездов увеличены в 2 раза (рис. 2).

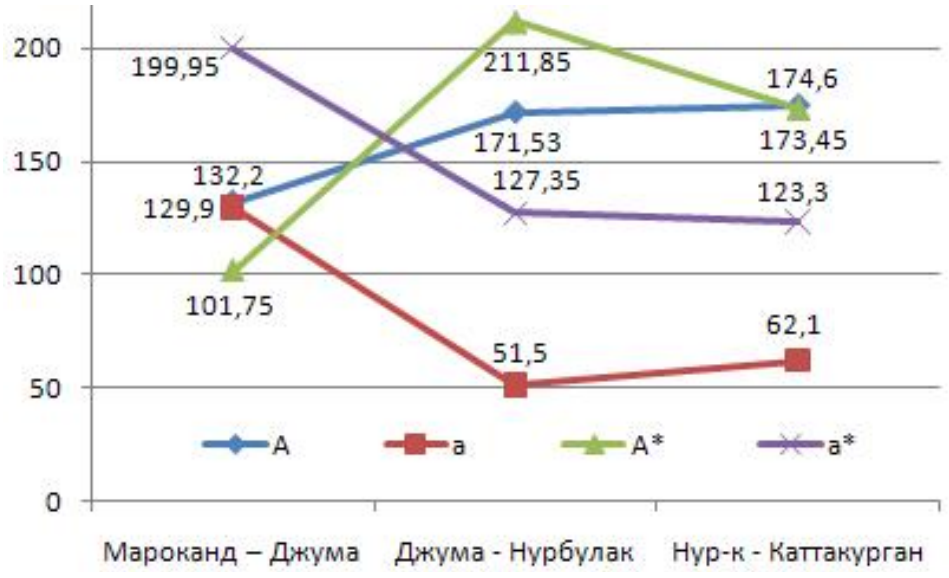


Рисунок 2 – Динамика расхода натурного дизельного топлива грузовыми тепловозами 3ТЭ10М по перегонам участка Мароканд – Каттакурган

Кинематические параметры движения грузового поезда, параметры эффективности перевозочной работы трехсекционных магистральных (поездных) грузовых тепловозов серии 3ТЭ10М для различных условий организации железнодорожных перевозок грузов на реальном холмисто – горном участке Мароканд – Каттакурган рекомендуются для внедрения в практику работы специалистов цеха эксплуатации локомотивного депо Бухара АО «Ўзбекистон темир йўллари».

Численные значения показателей эффективности использования исследуемых тепловозов позволят сотрудникам локомотивного комплекса разрабатывать практические рекомендации по снижению расхода топливно-энергетических ресурсов на тягу поездов на реальных холмисто – горных участках узбекских железных дорог.

Список литературы

1. Аблялимов О.С. Анализ эксплуатации тепловозов 3ТЭ10М на холмисто – горном участке железной дороги. [Текст] / О.С. Аблялимов // Научно-технический журнал «Известия Транссиба» / Омский гос. ун-т путей сообщения. Омск. 2016. № 3 (27). С. 2–9.

2. Аблялимов О.С. Исследование эффективности использования локомотивов дизельной тяги на холмисто – горном участке АО «Ўзбекистон темир йўллари». [Текст] / О.С. Аблялимов // Научно – технический журнал «Вестник транспорта Поволжья» / Самарский гос. ун-т путей сообщения. Самара. 2016. № 5 (59). С.17–24.

3. Аблялимов О.С. Исследование эксплуатации тепловозов 3ТЭ10М на холмисто – горном участке АО «Ўзбекистон темир йўллари». [Текст] / О.С. Аблялимов // Научно – технический журнал «Известия Транссиба» / Омский гос. ун-т путей сообщения. Омск. 2016. № 2 (26). С. 2–10.

4. Деев В.В. Тяга поездов. [Текст] / В.В. Деев, Г.А. Ильин, Г.С. Афонин // Учебное пособие для вузов. М.: Транспорт, 1987. 264 с.

5. Кузьмич В.Д. Теория локомотивной тяги. [Текст] / В.Д Кузьмич, В.С. Руднев, С.Я. Френкель: учебник для вузов железнодорожного транспорта. – М.: Маршрут, 2005. 448 с.

УДК 629.42:629.4.054, 625.28

ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОВОЗОВ 3ВЛ80^{С} НА УЧАСТКЕ МАРОКАНД – КАТТАКУРГАН УЗБЕКСКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

Аблялимов Олег Сергеевич *– кандидат технических наук, старший научный сотрудник, доцент, доцент кафедры локомотивов и локомотивного хозяйства*
Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта
(Республика Узбекистан)

Аннотация. Представлены результаты исследований по оценке тягово – энергетической эффективности использования электровозов 3ВЛ80^{С} на холмисто – горном участке железной дороги при движении грузовых поездов без остановок и с остановками на промежуточных станциях, разъездах и раздельных пунктах. Результаты исследований получены при помощи методов и способов теории локомотивной тяги в виде табличных данных, графических зависимостей и рекомендуются для практического использования специалистам линейных предприятий локомотивного комплекса сети узбекских железных дорог.

Ключевые слова: исследование, результат, грузовой поезд, электровоз, эксплуатация, разъезд, анализ, станция.

ABOUT OF EFFICIENCY OF THE 3*VL*80^{S} ELECTRIC LOCOMOTIVES ON THE MAROKAND – KATTAKURGAN DISTRICT OF UZBEK RAILWAY

Ablyalimov Oleg S. – Doctor of Philosophy, chief scientific worker, *ssociate professor, associate professor of the chair locomotives and locomotive economy*
Tashkent institute of railway transport engineering (Republic of Uzbekistan)

Abstract. Introduced the results of the investigation of the traction - energyly on evaluation of efficiency of the 3VL80^{S} electric locomotives on a hilly-mountainous road section of railway track by of the movement freight trains with stopping and without stopping on through stations, passing-tracks and division points. Research of the results were received by the help of methods and fashions of theory of locomotive tractions in the form of tabular dates, graphic arts dependences and are recommended for practical use by expert of the linear enter-prises of the locomotive complex of uzbek railways systems.

Keywords: investigation, result, the freight train, the electric locomotive, exploitation, the stage, analysis, the station.

На кафедре «Локомотивы и локомотивное хозяйство» ТашИИТа проводятся исследования, направленные на повышение надёжности и эффективности использования электровозного парка в условиях эксплуатации с учётом обеспечения безопасности движения в пути следования подвижного состава, в том числе тягового.

Эти теоретические исследования касаются обоснования кинематических параметров движения грузовых поездов и параметров показателей перевозочной работы трёхсекционных магистральных (поездных) грузовых электровозов 3ВЛ80^{С} на участке Мароканд – Каттакурган холмисто – горного направления Самарканд – Навои – Бухара Узбекской железной дороги и проводились параллельно с [1].

Организованная грузовыми поездами с максимальной массой состава Q = 3500 т и числом осей в составе m = 200 осей железнодорожная перевозка грузов различной структуры и содержания реализовывалась вышеупомянутыми грузовыми электровозами 3ВЛ80^{С} без остановок и с остановками на промежуточных станциях, разъездах и раздельных пунктах.

Сейчас, приблизительно восемнадцать процентов всего эксплуатируемого локомотивного парка АО «Ўзбекистон темир йўллари» приходится на магистральные (поездные) гру-

зовые локомотивы электрической тяги [2], из которых около семидесяти процентов составляют грузовые электровозы ВЛ80^{С} в разном секционном исполнении.

В [3] описана конструктивная особенность трёхсекционных магистральных (поездных) грузовых электровозов серии ВЛ80^{С} и приведена характеристика профиля пути упомянутого выше железнодорожного участка Мароканд – Каттакурган.

Цель исследования состояла в выполнении серии тягового расчёта [1] для исследуемого грузового электровоза на номинальной позиции контроллера машиниста в сочетании с режимами холостого хода и торможения, опираясь на дополнительные исходные данные по работе [2] и рекомендации [4, 5] теории локомотивной тяги.

В таблицах 1 и 2 приведены значения некоторых кинематических параметров движения грузовых поездов по каждому из перегонов участка Мароканд – Каттакурган Узбекской железной дороги при реализации железнодорожных перевозок грузов.

Таблица 1 – Время хода грузового поезда по перегонам участка Мароканд – Каттакурган без остановок, а по промежуточным пунктам на замедление – разгон

№ п/п	Промежуточные станции	Расстояние, км	Время хода, мин	Время на замедление/ разгон, мин
1	Мароканд	-	-	-/2,00
2	Джума	8,75	7,80	1,40/1,00
3	Нурбулак	29,00	23,15	1,15/0,60
4	Каттакурган	24,00	18,65	1,10/0,65
5	Мароканд - Каттакурган	61,75	49,60	1,22/1,06

Таблица 2 – Время хода грузового поезда при движении грузовых электровозов 3ВЛ80^{С} по перегонам участка Мароканд – Каттакурган с остановками

№ п/п	Перегоны	Время движения поезда, мин		
		по перегону	в режиме	
			тяги	холостого хода и торможения
1	Мароканд – Джума	9,00	2,30	6,70
2	Джума - Нурбулак	24,90	4,50	20,40
3	Нурбулак - Каттакурган	19,55	4,10	15,45
4	Мароканд – Каттакурган	53,45	10,90	42,55

Причём, трёхсекционные магистральные (поездные) грузовые электровозы 3ВЛ80^{С} использовали не только максимально возможные мощности силовых энергетических установок и тяговые качества и свойства локомотива, но также и наибольшую кинетическую энергию движения поезда на каждом, конкретном, элементе профиля пути независимо от величины крутизны уклона.

Анализ данных таблиц 1 и 2 и работы [3] свидетельствует о том, что движение грузовых поездов на исследуемом участке железной дороги, которое осуществлялось без остановок на промежуточных станциях, разъездах и раздельных пунктах по отношению к аналогичному движению с остановками на них, обеспечивает:

– уменьшение общего времени хода поезда на 3,85 мин с увеличением технической скорости движения на 5,32 км/ч при среднем расчётном времени на одну остановку, приблизительно, в 1,92 минуты;

– значения долей движения на режимах тяги в 19,76 процента, а холостого хода и торможения в 80,24 процента;

– уменьшение доли движения в режиме тяги и увеличение её в режиме холостого хода и торможения, приблизительно, на 0,63 процента.

В таблице 3 приведены значения расхода электрической энергии трёхсекционными магистральными (поездными) грузовыми электровозами 3ВЛ80^{С} при организации грузового движения по перегонам участка Мароканд – Каттакурган Узбекской железной дороги без остановок на промежуточных станциях, разъездах и раздельных пунктах.

Таблица 3 – Расход электрической энергии грузовыми электровозами 3ВЛ80^{С} при движении грузового поезда по участку Мароканд – Каттакурган без остановок

№ п/п	Перегоны	Общий по перегонам и участку *A*, кВт-ч Удельный по перегонам и участку *a*, Вт-ч / т км брутто
1	Мароканд – Джума	396,49 / 12,99
2	Джума – Нурбулак	514,47 / 5,15
3	Нурбулак – Каттакурган	523,70 / 6,21
4	Мароканд – Каттакурган	1434,66 / 6,68

На рисунках 1 и 2 показана динамика изменения времени движения грузового поезда и расхода электрической энергии, расходуемой трехсекционными магистральными (поездными) грузовыми электровозами 3ВЛ80^{С} при совершении поездки по участку Мароканд – Каттакурган АО «Ўзбекистон темир йўллари».

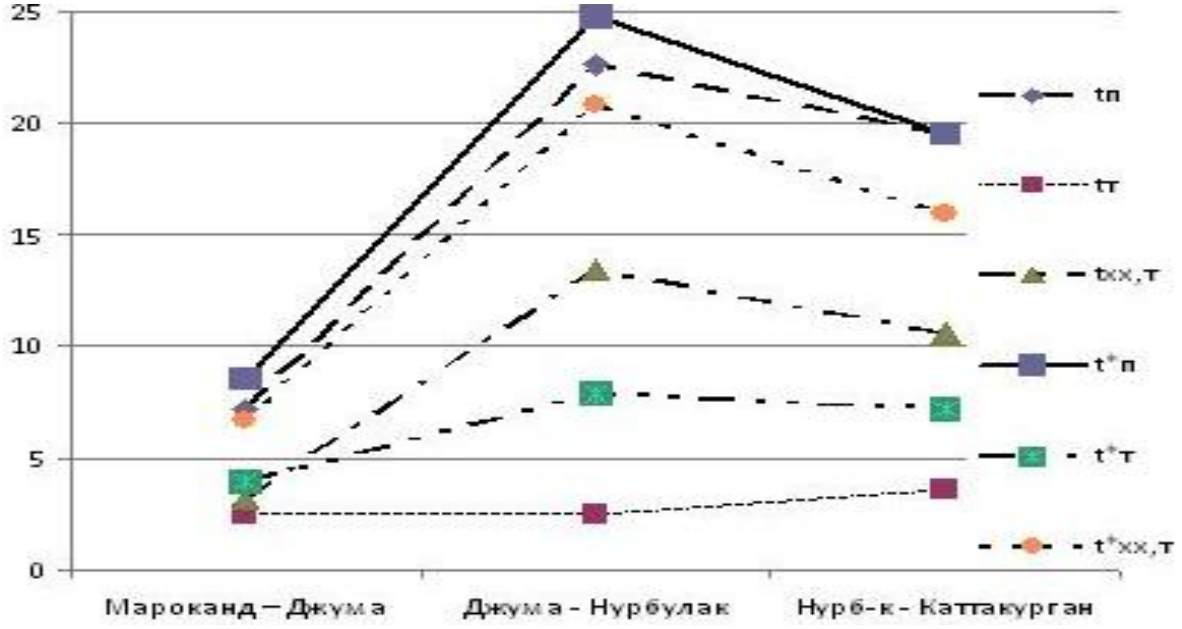


Рисунок 1 – Динамика изменения времени движения грузового поезда по перегонам холмисто – горного участка Мароканд – Каттакурган

На оси ординат обозначено: время хода поезда без остановок и с остановками, соответственно, общее по перегонам участка $t_п$, $t^*_п$, в режиме тяги $t_т$, $t^*_т$, а в режиме холостого хода и торможения $t_{хх,т}$, $t^*_{хх,т}$. и расходы электрической энергии на тягу поездов без остановок и с остановками на промежуточных станциях, разъездах и раздельных пунктах, соответственно, общий (полный) *A, A** и удельный *a, a**. Значения времени хода поезда $t_{хх,т}$ в режиме холостого хода, торможения и $t^*_т$ тяги на рисунке 1, соответственно, уменьшены в 1,2 раза и увеличены в 2 раза, а на рисунке 2 значения расхода электрической энергии на тягу поездов – общий (полный) *A* и *A** уменьшены, соответственно, в 3 и 4 раза, а удельный *a* и *a** – увеличены в 100 и 150 раз.

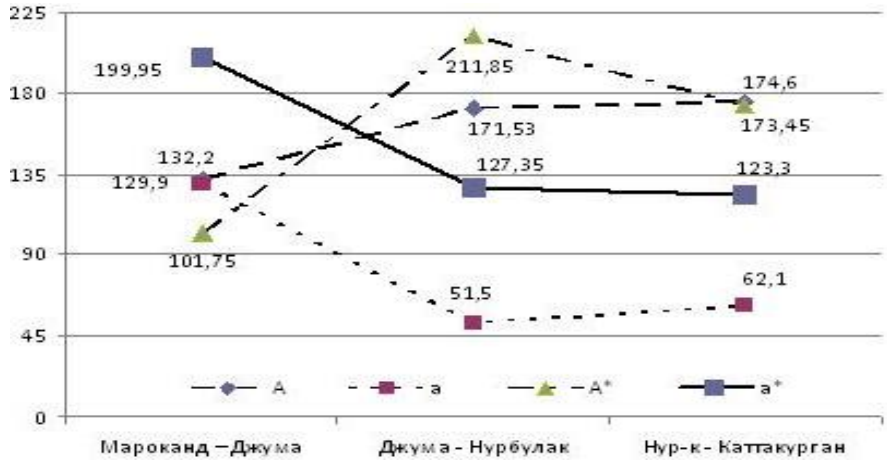


Рисунок 2 – Динамика расхода электрической энергии на тягу поездов грузовыми электровозами 3ВЛ80^{С} по перегонам участка Мароканд – Каттакурган

На основании анализа результата этого этапа исследований получены следующие значения параметров:

– среднее расчётное время хода грузового поезда по перегонам на проход и на разгон - замедление суммарное по промежуточным станциям, разъездам и раздельным пунктам составляет приблизительно 16,53 и 2,28 минуты;

– движение грузовых поездов без остановок на промежуточных станциях, разъездах и раздельных пунктах, по сравнению с аналогичным движением с остановками на них, обеспечивает снижение расхода электрической энергии на тягу поездов, в среднем, приблизительно на 26,36 процента;

– расход электрической энергии на тягу поездов для одной остановки на промежуточных станциях, разъездах и раздельных пунктах, составляет, приблизительно, 256,73 кВт - ч, а на один разгон-замедление этот расход, в среднем, соответствует 171,15 Вт-ч / ост;

– удельный расход электрической энергии на тягу поездов на одну остановку составляет приблизительно 1,19 Вт-ч / т км брутто;

– усреднённая величина общего (полного) и удельного расхода электрической энергии на тягу поездов для каждого перегона участка, соответственно, составляет 478,22 кВт - ч и 2,23 Вт-ч / т км брутто – движение без остановок; а также 649,37 кВт - ч и 3,02 Вт-ч / т км брутто – движение с остановками;

– среднее значение усредненной величины общего (полного) и удельного расхода электрической энергии на тягу поездов для обоих видов движения на каждом перегоне участка составляет 563,79 кВт - ч и 2,62 Вт-ч / т км брутто.

Полученные численные значения показателей эффективности перевозочной работы исследуемых грузовых электровозов позволят машинистам – инструкторам по теплотехнике на достаточно высоком профессиональном уровне разработать корректные комплексные практические мероприятия по снижению расхода электрической энегии на тягу поездов в реальных условиях эксплуатации и рекомендуются для внедрения в практику работы специалистов цеха эксплуатации локомотивного депо Бухара АО «Ўзбекистон темир йўллари».

Список литературы

1. Аблялимов О.С. Исследование перевозочной работы электровозов 3ВЛ80^{С} на холмисто – горном участке АО «Ўзбекистон темир йўллари». [Текст] / О.С. Аблялимов // Научно-технический журнал «Вестник транспорта Поволжья». Самарский гос. ун-т путей сообщения. Самара. 2016. № 5 (59). С. 15–22.

2. Аблялимов О.С. К эффективности использования электровозов 3ВЛ80^{С} на холмисто – горном участке железной дороги. [Текст] / О.С. Аблялимов, З.З. Ергашев, Т.М. Турсунов // Повышение энергетической эффективности наземных транспортных систем: материалы II

Международной научно-практической конференции. Омский гос. ун-т путей сообщения. Омск. 2016. С. 105–111.

3. Аблялимов О.С. Оценка эффективности перевозочной работы электрического тягового подвижного состава на холмисто – горном участке железной дороги. [Текст] / О.С. Аблялимов // Crede experto: транспорт, общество, образование, язык. Иркутск: Филиал Московского гос. техн. ун-та гражданской авиации. 2017. № 4. С. 54–69.

4. Кузьмич В.Д. Теория локомотивной тяги. [Текст] / В.Д. Кузьмич, В.С. Руднев, С.Я. Френкель: учебник для вузов железнодорожного транспорта. – М.: Маршрут, 2005. 448 с.

5. Деев В.В. Тяга поездов. [Текст] / В.В. Деев, Г.А. Ильин, Г.С. Афонин: учебное пособие для вузов. – М.: Транспорт, 1987. 264 с.

УДК 656.05

ВЫБОР СОРТИРОВОЧНОЙ СИСТЕМЫ СТАНЦИИ ДЛЯ ПРИЕМА ПЕРЕРАБАТЫВАЕМЫХ ПОЕЗДОВ С ЦЕЛЬЮ МИНИМИЗАЦИИ УГЛОВЫХ ВАГОНОПОТОКОВ

Грошев Геннадий Максимович *– профессор, доктор технических наук, профессор кафедры управления эксплуатационной работой*

Сугоровский Артем Васильевич *– кандидат технических наук, доцент кафедры железнодорожных станций и узлов*

Сугоровский Антон Васильевич *– кандидат технических наук, доцент кафедры управления эксплуатационной работой*

ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I

Аннотация. В работе представлены результаты исследования выбора сортировочной системы станции для приёма перерабатываемых поездов с целью минимизации угловых вагонопотоков. Для важнейших двусторонних сортировочных станций России выполнено впервые. Определен минимальный процент вагонов углового потока в составе, при котором целесообразно принимать поезд в противоположную систему сортировочной станции, в зависимости от местных условий и вида тяги. Результаты исследования будут способствовать повышению эффективности диспетчерского регулирования эксплуатационной работы.

Ключевые слова: диспетчерское регулирование, железнодорожная станция, регулировочные приемы, внутристанционная регулировка, угловой вагонопоток.

THE CHOICE OF THE SORTING SYSTEM OF THE STATION FOR APPROACH THE REMARSHALLING TRAINS TO MINIMIZE ANGLED TRAFFIC VOLUMES

Groshev Gennady M. – Professor, Doctor of Engineering Sciences, Professor of the Department «Management of Maintenance Works»

Sugorovsky Artyom V. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department «Railway Stations and Junctions»

Sugorovsky Anton V. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department «Management of Maintenance Works»

Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University

Abstract. The paper presents the results of the study of the selection of the sorting system of the station for the reception of processed trains in order to minimize the angular traffic. For the most important bilateral marshalling yards of Russia it is executed for the first time. The minimum percentage of cars of angular flow in the composition, in which it is advisable to take the train in the opposite system of the sorting station, depending on local conditions and type of traction. The results of the study will contribute to improving the efficiency of dispatching control of operational work.

Keywords: dispatching/supervisory control, railway station, control methods, intra-adjustable, angled traffic volumes.

Постановка задачи

Возможно два варианта приема поездов в переработку, в составе которых имеются вагоны в обе системы станции [1–3]:

– прием поезда в собственную, предусмотренную графиком движения поездов, систему;

– прием поезда в противоположную систему станции.

По I-му варианту состав поезда с угловым потоком из парка прибытия данной системы расформировывают на крайние пути парка сортировочного парка. После накопления вагоны угловой передачи из сортировочного парка передают в парк приема и на повторную переработку, на горку противоположной системы.

По II-му варианту состав поезда с угловым потоком принимают сразу в парк приёма противоположной системы станции.

При этом при различных вариантах работы с вагонами углового потока будут изменяться эксплуатационные расходы по сравниваемым параметрам.

Кроме того, устанавливается, при каком проценте вагонов углового потока целесообразно применять II-й вариант работы – поезд назначением в нечетную систему с угловым потоком принимается сразу в четную систему станции (или наоборот) [4–6].

Методика расчета

Эксплуатационные расходы на обработку состава по различающимся параметрам при работе с угловым вагонопотоком по I-му варианту включают в себя: затраты на расформирование всего состава; затраты на перестановку вагонов углового потока; затраты на повторную переработку вагонов углового потока. По II-му варианту – затраты на перемещение состава поездным локомотивом в другую сортировочную систему; затраты на расформирование всего состава; затраты на перестановку вагонов углового потока; затраты на повторную переработку вагонов углового потока.

В нахождении всей совокупности эксплуатационных расходов нет необходимости. Поскольку затраты на расформирование всего состава в I-м и II-м вариантах одинаковы, их можно исключить из рассмотрения [7, 8]. Тогда отличающиеся эксплуатационные расходы ($Э_{o1}$, $Э_{o2}$) по вариантам работы с угловым вагонопотоком возникающие при различных вариантах работы по различающимся параметрам можно определить по формулам 1 и 2:

$$Э_{o1} = y \cdot m \cdot e_p + L_1 \cdot e_{n1} \quad (1)$$

$$Э_{o2} = x \cdot m \cdot e_p + L_3 \cdot e_{n1} + L_2 \cdot e_{n2} \quad (2)$$

где y – доля вагонов углового потока в составе;

x – доля вагонов в составе попутного направления;

m – количество вагонов в составе;

L_1, L_3 – пройденное расстояние при маневровых передвижениях, км;

L_2 – пройденное расстояние при передаче, км.

e_p – затраты на расформирование состава, приходящиеся на один вагон, руб.;

e_{n1} – затраты на перестановку вагонов маневровым порядком на 1 км, руб.;

e_{n2} – затраты на перестановку состава поездным локомотивом на 1 км, руб.

Расчеты

Путем нахождения разницы между эксплуатационными расходами по I-му и II-му вариантам ($Э_{o1}$-$Э_{o2}$), установлено, при каких долях вагонов углового потока в составе будет целесообразно применять тот или иной вариант работы с ним.

Результаты

В ходе исследования определена эффективность использования диспетчерского приема «Выбор сортировочной системы станции для приема перерабатываемых поездов с целью минимизации угловых вагонопотоков» для важнейших двусторонних сортировочных станций России: Санкт-Петербург-Сортировочный Московский (Октябрьская железная дорога), Кочетовка I (Мичуринск) (Юго-Восточная железная дорога), Войновка (Тюмень) (Свердловская железная дорога), Пермь-Сортировочная (Свердловская железная дорога), Екатеринбург-Сортировочный (Свердловская железная дорога), Челябинск-Главный (Южно-Уральская железная дорога), Инская (Новосибирск) (Западно-Сибирская железная дорога), Иркутск-Сортировочный (Восточно-Сибирская железная дорога), Тайшет (Восточно-Сибирская железная дорога), Хабаровск II (Дальневосточная железная дорога); установлено, при каком проценте вагонов углового потока целесообразно применять II-й вариант работы - поезд с угловым потоком назначением в нечетную систему принимается сразу в четную систему станции (или наоборот), рисунок.

Рисунок – Минимальный процент углового потока, при котором целесообразно применять II-й вариант работы (поезд принимается сразу в противоположную систему станции)

Установлено, что минимальный процент вагонов углового потока в составе, при котором целесообразно принимать поезд в противоположную систему, для крупнейших двусторонних сортировочных станции России, колеблется от 51 до 59 процентов, в зависимости от местных условий и вида тяги.

Результаты исследования будут способствовать повышению эффективности диспетчерского регулирования эксплуатационной работы.

Список литературы

1. Пилявец О.Г. Развитие транспортной логистики как основа устойчивого функционирования железнодорожного комплекса // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2016: материалы Международной научно–практической конференции. ИПТ РАН. Санкт–Петербург. 2016 С. 157–162.

2. Пантелеев Р.А. Требования к структуре и составу унифицированного восстановительного комплекса железнодорожной автоматики и телемеханики // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2016: материалы Международной научно–практической конференции. ИПТ РАН. Санкт–Петербург. 2016 С. 170–175.

3. Грошев Г.М. Регулирование подвода транзитных и разборочных грузовых поездов к техническим станциям / Г.М. Грошев, А.Г. Котенко, А.В. Сугоровский, Ан.В. Сугоровский // Транспортные системы и технологии. 2018. Т.4. № 1. С. 94–104.

4. Грошев Г.М. Диспетчерское регулирование на сортировочной станции / Г.М. Грошев, А.Г. Котенко, Ан.В. Сугоровский, М.М. Магомедов // Железнодорожный транспорт. 2016. № 2. С. 47–54.

5. Ковалев В.И. Управление эксплуатационной работой на железнодорожном транспорте: учебник в 2 т. Т. 2 / В.И. Ковалев, А.Т. Осьминин, В.А. Кудрявцев и др. М.: ФГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». 2011. 440 с.

6. Сугоровский А.В. Метод определения эффективности диспетчерского регулирования на участках, в узлах и сортировочных станциях: дисс… канд. техн. наук. СПб., 2016. 181 с.

7. Distributed Approach for Solving Time-Dependent Problems in Multimodal Transport Networks / C. Galvez-Fernandez, D. Khadraoui, H. Ayed, Z. Habbas, E. Alba // Advances in Operations Research, Hindawi Publishing Corporation. 2009. 15 p.

8. Multimodal network design and assessment / T. Brands // 11th TRAIL Congress research, November 2010. p. 1-5.

УДК 331.101.1

ОПТИМАЛЬНЫЕ ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ДЛЯ ВОСПРИЯТИЯ ИНФОРМАЦИИ

Авксентьева Елена Юрьевна *– доцент, кандидат педагогических наук, доцент кафедры аппаратно-программных комплексов вычислительной техники*

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики

Сугоровский Артем Васильевич *– кандидат технических наук, доцент кафедры железнодорожных станций и узлов*

Сугоровский Антон Васильевич *– кандидат технических наук, доцент кафедры управления эксплуатационной работой*

ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I

Аннотация. В работе, в качестве примера определения оптимальных эргономических параметров представления текстовой информации, рассмотрено определение оптимального размера символа в презентации. Приведены результаты анкетирование студентов по теме «Знание оптимальных эргономических параметров для оформления презентаций». Установлен оптимальный размер шрифта на экране для аудиторий, где проводят практические и лекционные занятия.

Ключевые слова: эргономика, оптимальный размер символа, размер шрифта в презентации, эргономические параметры, угловой размер знака.

OPTIMAL ERGONOMIC PARAMETERS FOR THE PERCEPTION OF INFORMATION

Avksent'eva Elena Yu. – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department Hardware and software systems of computer technology

ITMO University

Sugorovsky Artyom V. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department Railway Stations and Junctions

Sugorovsky Anton V. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department Management of Maintenance Works

Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University

Abstract. The paper, as an example of determining the optimal ergonomic parameters of the text information, the definition of the optimal size of the symbol in the presentation is considered. The results of the survey of students on the topic "Knowledge of optimal ergonomic parameters for presentation design". The optimal font size is set on the screen for the classrooms where practical and lecture classes are held.

Keywords: ergonomics, optimal symbol size, font size in the presentation, ergonomic parameters, angular size of the sign.

Эргономический подход заключается в ориентации на «человеческий фактор» [1], состоит в полной приспособленности информационно-предметной среды, к деятельности человека.

Тип и размер шрифта играют ключевую роль в восприятии информации.

Неверно подобранный шрифт негативно влияет на состояние зрения и вызывает головные боли, снижает показатель восприятия и понимания информации,

Авторами изучены и проанализированы ГОСТы, касающиеся представления информации, действующие в Российской Федерации: ГОСТ 21829-76, ГОСТ Р 50948-2001, СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, ГОСТ 2930-62 и др.; международные стандарты: ГОСТ Р ИСО 9241-13-2016 (ISO 9241-13:1998), ГОСТ Р ИСО 1340-1-2007 (ISO 13406-1:1999), ГОСТ Р ИСО 9241-3-2003 (ISO 9241-3:1996), ГОСТ Р ИСО 9241-8:2007 (ISO 9241-8:1997) и др. [2–6].

Для точного считывания информации и обеспечения комфортных условий ее восприятия работа должна проводиться при таких сочетаниях значений яркости и контраста изображения, внешней освещенности экрана, углового размера знака и угла наблюдения, которые входят в оптимальные или предельно допустимые (при кратковременной работе) диапазоны [7]. На сегодняшний день отсутствуют методические рекомендации и компьютерная программа для определения оптимальных эргономических параметров представления текстовой информации.

Пример определение оптимальных эргономических параметров

В данной работе, в качестве примера определения оптимальных эргономических параметров представления текстовой информации, рассмотрен оптимальный размер символа в презентации. Проблема подбора размера шрифта в презентации очень актуальна в наше время, размер шрифта имеет большое значение в восприятии информации.

В ходе исследования, было проведено анкетирование студентов по теме «Знание оптимальных эргономических параметров для оформления презентаций». В анкетировании приняли участие более 100 студентов. Установлено, что 37% опрашиваемых удовлетворены и 45% – частично удовлетворены качеством презентаций, демонстрируемых в университете. Наибольшее количество опрашиваемых хотели бы оптимизировать в презентациях размер шрифта и улучшить наглядность. Только 23% опрашиваемых знают какого размера должен быть шрифт в презентации, 70% анкетируемых хотели бы узнать оптимальную высоту символов, которую следует использовать в презентациях для лучшего восприятия.

Расчеты

Для определения оптимальных эргономических параметров представления текстовой информации был измерен ряд лекционных и аудиторий для проведения практических занятий.

Измерены: высота от пола до середины экрана, расстояние от экрана до «зрителя» в аудитории. Высота уровня человеческого глаза от пола в положении сидя была взята из антропометрический данных (рабочая поза сидя) [7, 8].

Для определения высоты символов в презентации, применена формула 1:

$$h_{сим} = 2 \cdot L \cdot tg \frac{\alpha_{сим}}{2} \quad (1)$$

где $\alpha_{сим}$ – угловой размер знака: Угол между линиями, соединяющими крайние точки знака по высоте и глаз наблюдателя (при фронтальном наблюдении) [3];

L – расстояние от знака до глаза наблюдателя, мм.

В ходе расчетов определена минимальная, максимальная и оптимальная высота символа.

В результате установлено, что оптимальный размер шрифта для аудитории, где проходят практические занятия, находится в диапазоне 38-51 мм. Оптимальный размер шрифта для лекционной аудитории – в диапазоне 64-78 мм.

Заключение

Дальнейшие исследования в этом направлении позволят создать методические рекомендации, в которых будут представлены оптимальные эргономические параметры представления текстовой информации, в зависимости от характеристик аудиторий. Создание компьютерной программы позволит значительно сократить время на определение оптимальных эргономических параметров представления текстовой информации во всех сферах деятельности.

Авторами ведутся активные работы по определению оптимальных эргономических параметров представления текстовой информации в зависимости от её назначения и условий восприятия.

Данная тема получила одобрение и выполняется при финансовой поддержке в форме гранта ФГБОУ ВО ПГУПС.

Список литературы

1. Артамонов В.С. Управление комплексной безопасностью в арктической зоне Российской Федерации // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2016: материалы Международной научно–практической конференции. ИПТ РАН. Санкт–Петербург. 2016 С. 20–27.

2. ГОСТ 21829-76. Система "человек-машина". Кодирование зрительной информации. Общие эргономические требования. М.: Изд-во стандартов. 1976. 7 с.

3. ГОСТ Р 50948-2001. Средства отображения информации индивидуального пользования. Общие эргономические требования и требования безопасности. М.: Изд-во стандартов. 2001. 12 с.

4. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. М.: Изд-во стандартов. 2003. 17 с.

5. ГОСТ Р ИСО 9241-3-2003. Эргономические требования при выполнении офисных работ с использованием видеодисплейных терминалов (ВДТ) часть 3. Требования к визуальному отображению информации. М.: Изд-во стандартов. 2003. 39 с.

6. ГОСТ Р ИСО 9241-8-2007. Эргономические требования при выполнении офисных работ с использованием видеодисплейных терминалов (ВДТ) часть 8. Требования к отображаемым цветам. М.: Изд-во стандартов. 2007. 28 с.

7. Эргономика на железнодорожном транспорте: учебное пособие / под ред. Г.М. Грошева, М.В. Иванова, И.Ю. Романовой. М.: УМЦ ЖДТ. 2009. 390 с.

8. Комплексная эргономическая оценка и проектирование автоматизированной деятельности персонала: учебное пособие / под ред. Г.М. Грошева, И.Ю. Романовой, Я.В. Кукушкиной, О.В. Котенко, А.В. Сугоровского. СПб.: ПГУПС. 2016. 43 с.

УДК 656.27, 519.868

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МАЛОДЕЯТЕЛЬНЫХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ЛИНИЙ

Кушпиль Игорь Васильевич *– младший научный сотрудник лаборатории проблем организации транспортных систем*

ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко
Российской академии наук

Аннотация. В статье описано текущее состояние малодеятельных линий с технико-эксплуатационной и финансовой точки зрения. Дана информация по распределению протяженности таких линий по дорогам всей сети ОАО «РЖД». Приводится перечень всех 44 малодеятельных линий Октябрьской железной дороги с их характеристиками. Представлена в аналитическом и графическом виде общая экономическая модель, отражающая принцип формирования итогового финансового результата этих линий.

Ключевые слова: малодеятельная железнодорожная линия, экономическая модель, финансовые характеристики, технико-эксплуатационные характеристики.

ECONOMIC MODEL OF FUNCTIONING OF LOW-DENSITY RAILWAY LINES

Kushpil Igor V. – junior researcher, Laboratory of the organization transport systems
Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences

Abstract. The article describes the current state of low-density lines from a technical-operational and financial point of view. Information is given on the distribution of the length of such lines along the roads of the entire network of Russian Railways. A list of all 44 low-density lines of the October Railway with their characteristics is given. Presented in an analytical and graphical form of a general economic model, reflecting the principle of forming the final financial result of these lines.

Keywords: low-density railway line, economic model, financial characteristics, technical and operational characteristics.

Проблема убыточности малодеятельных железнодорожных линий (МДЛ) широко известна во многих странах мира. За рубежом такие линии, получили название low density line (LDL). Не редко в различных источниках встречаются и другие названия: low traffic line, secondary line, tretiary line, light traffic line, low active line, low capacity line, spur line [1, 2].

В РФ линия имеет статус малодеятельной, если суммарный размер движения пассажирских и грузовых поездов 8 пар в сутки и менее, а приведенная грузонапряженность составляет менее 5 млн. т-км брутто/км в год [3]. Такие линии, как правило, не приносят доходов но требуют финансовых вложений для поддержания работоспособного состояния.

На сети железных дорог РФ суммарная протяженность МДЛ по всем дорогам на 01.01.2017 составляет 15354 км (18,1 % от протяженности всей сети) (Таблица 1, рис. 1) [4].

Таблица 1 – Распределение протяженности малодеятельных линий ОАО «РЖД» по дорогам

№ п/п	Наименование железной дороги	Суммарная протяженность, км	Протяженность малодеятельных линий, км	% от суммарной протяженности
1.	Октябрьская	10037	2395	23,8
2.	Калининградская	686	348	50,7
3.	Московская	8804	2591	29,4
4.	Горьковская	5505	1212	22
5.	Северная	5956	1263	21,2
6.	Северо-Кавказская	6175	1265	20,5
7.	Юго-Восточная	4182	957	22,8
8.	Приволжская	4170	677	16,2
9.	Куйбышевская	4688	300	6,4
10.	Свердловская	6946	954	13,7
11.	Южно-Уральская	4545	787	17,3
12.	Западно-Сибирская	5600	546	9,7
13.	Красноярская	3220	247	7,6
14.	Восточно-Сибирская	3890	110	2,8
15.	Забайкальская	3402	614	18
16.	Дальневосточная	6947	1088	15,6
	Всего:	**84753**	**15354**	**18,1**

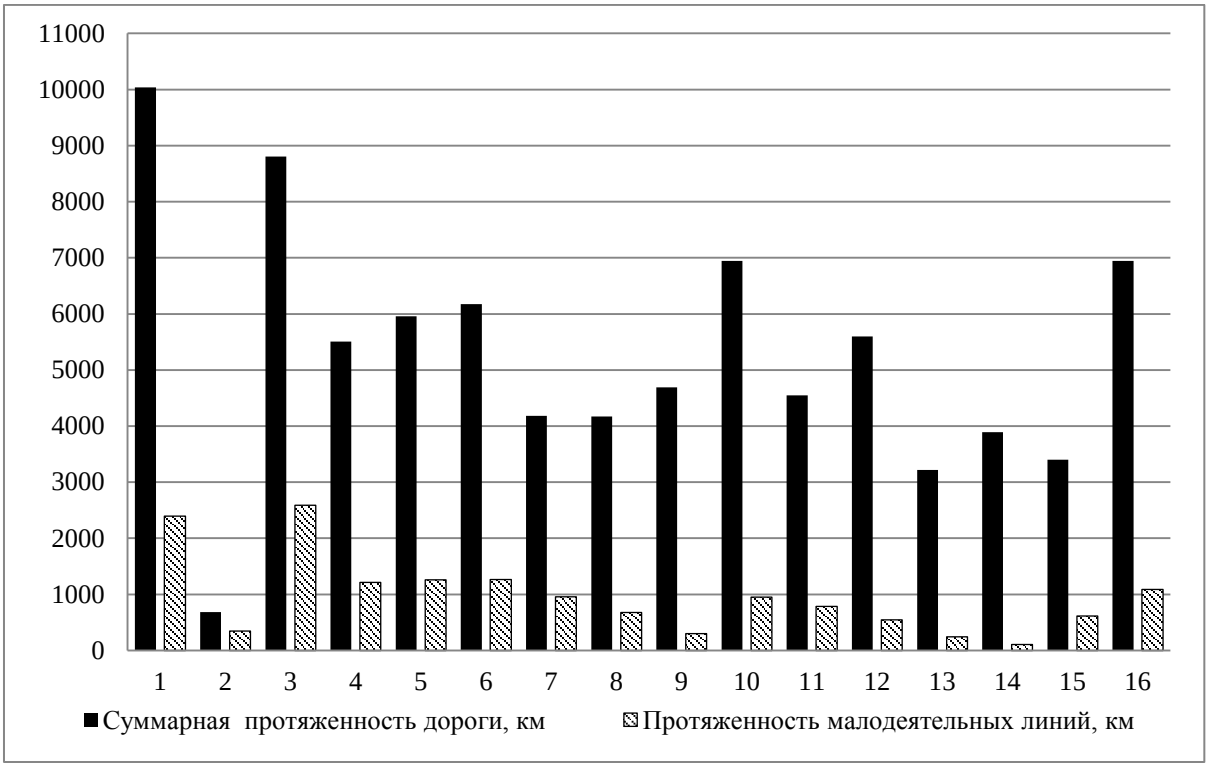


Рисунок 1 – Гистограмма распределения протяженности малодеятельных линий ОАО «РЖД» по дорогам

За последние 10 лет протяженность МДЛ увеличилась более чем на 2000 км, что свидетельствует о негативной динамике [5].

На полигоне Октябрьской железной дороги (ОКЖД) по состоянию на 01.01.2017 эксплуатируется 44 малодеятельные линии, общей протяженностью 2395 км, 25 из них – убыточны [6]. Суммарный убыток от таких линий за 2016 г. составил 809,4 млн. руб. (Таблица 2).

Таблица 2 – Технико-эксплуатационные и финансовые характеристики МДЛ ОКЖД (по состоянию на 01.01.2017)

ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ										ФИНАНСОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	
№	Малодеятельная линия	Эксплуатационная длина линии, км	Размеры движения пар поездов/сут.	Кол-во рабочих по службам, чел.			Расходы по службам, млн. руб./год			Выручка за перевозки, млн. руб./год	Финансовый результат млн. руб./год
				ДИ	Д	Т	ДИ	Д	Т		
1.	Калязин Пост – Углич	48	1,1	8,4	28	14	11,2	21,3	15,3	45,64	5,9
2.	Бологое-Полоцкое – Соблаго	148	2,07	55	52	32,3	34,8	22,3	14,1	274	177
3.	Ушково – Попово	97	2,22	10	29	4,5	15,6	9,9	15,7	97	39
4.	Ваенга – Мурманск	31	0,9	32,3	63	56	42,3	54,5	45,2	3890	3747
5.	Ручьи-Карельские – Алакуртти	99	0,01	23,8	5	3	31,7	3,8	6	19	-27,6
6.	Заполярная – Кола	160	1	63,5	76	41	108	70	16,3	739	525
7.	Оленегорск – Мончегорск	31	1,6	9,8	27	11	12,4	18,2	8,3	1688	1648
8.	Никель-Мурм. – Заполярная	26	0,8	7,8	27	10	9,9	18,2	11	452	408
9.	Неболчи – Окуловка	103	0,06	17,3	5	1,4	14,4	2,8	4,4	69	48,4
10.	Боровичи – Угловка	30	1,07	8,2	43	30	13,9	19	38,6	645	575
11.	Васильевский Мох – Дорошиха	18	0,1	6,2	4	7	7,9	3,9	1,8	68	52,1
12.	Заневский Пост II – Нева	6	0,6	2	10	0,1	2,3	4,5	1,1	781	773
13.	Маткаселькя – Вяртсиля	26	1,3	3,7	19	11,3	17,2	7,9	13	153	115
14.	Юшкозеро – Ледмозеро	64	0	10,3	1	0,4	64	1	0,3	0	-66
15.	Пяозеро – Лоухи	102	0	22,2	3	1	26,7	3,1	3,1	9	-25
16.	Кабожа – Подборовье	94	0,2	19,5	19	13,5	22,1	8,1	30	102	44,7
17.	Питкяранта – Лодейное Поле	160	2,1	34,3	36	45,7	75,9	20,1	123	65	-158
18.	Янисъярви – Питкяранта	59	0,9	11	61	11,4	9,6	33,1	36,4	890	813
19.	Лендеры – Брусничная	61	0	8,4	0	1,8	23,3	0	1,5	1	-25
20.	Тихвин – Будогощь	75	0,1	8,3	0	0	17,3	0	0	1	-17,2
21.	Батецкая – Новгород-Лужский	56	1,28	10,5	13	2,1	9,9	3,4	12,8	4	-30
22.	Каменногорск – Хийтола	53	2,67	12	18	23,6	21,5	11	47,4	525	415
23.	Ледмозеро – Суккозеро	132	0,8	53,3	45	19,1	177	40	23,4	71	-180
24.	Весьегонск – Овинище II	42	0,56	11,4	4	2	12,5	1,3	2,2	50,8	36,8
25.	Земцы – Жарковский	47	0,35	7	1	2	7,3	0,5	1,3	2,88	-9
26.	Торжок – Соблаго	165	0,64	38	32	12,6	38,3	14,1	19	127,1	56,1
27.	Соблаго – Назимово	124	1	29	17	14,7	24,1	7,7	16,1	198	137
28.	Назимово – Великие Луки	32	1,5	7,9	5	4,4	20	3,3	4	3	-30,5
29.	Великие Луки – Клястица	104	0,5	17,1	12	5,5	21,5	4,5	46	4	-72
30.	Новолисино – Рогавка	79	2	11,1	11	0	32,1	4,5	0	8	-47
31.	Рогавка – Новгород-на-Волхове	48	0,36	10,9	0	3,5	27	0	0,95	5	-30
32.	Тосно – Шапки	20	2,33	8,1	9	0,8	21	2,4	2,5	7	-26,2
33.	Бологое-Моск.–Бологое-Полоцкое	6	1,49	2	0	0	1,8	0	0	0	-1,87
34.	Медведово – Бологое-Полоцкое	6	0	2,3	0	0	2,85	0	0	0	-2,9
35.	Невель I – Невель II	2	0,43	0,5	0	0	3,5	0	0	0	-3,9
36.	СПб-Балтийский – Нарвская	3	1,4	1,1	0	0	4,3	0	0	0	-4,3
37.	СПб-Варшавский – Цветочная	3	0	1	0	0	0,67	0	0	0	-0,67
38.	Новый-Порт – Цветочная	8	4,3	2,4	0	0	14,2	0	0	0	-15,4
39.	Броневая – Цветочная	3	3,4	1,2	0	0	7,32	0	0	0	-7,4
40.	Саблино – Пост 22 км	3	0,71	1,1	0	0	2,9	0	0	0	-2,9
41.	Б.п. 63 км – Ирса	4	0,85	1,2	0	0	2,65	0	0	0	-2,5

ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ							ФИНАНСОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ				
№	Малодеятельная линия	Эксплуатационная длина линии, км	Размеры движения пар поездов/сут.	Кол-во рабочих по службам, чел.			Расходы по службам, млн. руб./год			Выручка за перевозки, млн. руб./год	Финансовый результат млн. руб./год
				ДИ	Д	Т	ДИ	Д	Т		
42.	Б.п. 63 км – Б.п. 60 км	2	1,92	0,7	0	0	1,6	0	0	0	-1,7
43.	Тосно – Стекольный	13	0,44	3,5	0	0	17,4	0	0	0	-17,4
44.	Новгор.-Лужский – Новгор.-Депо	2	0,3	0,4	0	0	4,8	0	0	0	-5

Ключевым показателем функционирования любой МДЛ является ее финансовый результат работы ($Ф_{рез.}$) за год, млн. руб. Составим общую для всех МДЛ экономическую модель, отражающую принцип формирования финансового результата.

$$Ф_{рез.} = \sum В - \sum Р + К,$$

где $\sum В$ – годовая суммарная выручка по малодеятельной линии, млн. руб.; $\sum Р$ – годовые суммарные расходы по малодеятельной линии по всем структурным подразделениям, млн. руб.; К – годовая компенсация субъекта РФ за пригородное движение по малодеятельной линии, млн. руб.

Годовая суммарная выручка определяется как:

$$\sum В = В_{гр.} + В_{пасс.} + В_{пвд},$$

где $В_{гр.}$ – годовая выручка от грузовых перевозок по малодеятельной линии, млн. руб.; $В_{пасс.}$ – годовая выручка от пассажирских перевозок по малодеятельной линии, млн. руб.; $В_{пвд.}$ – годовая выручка от прочих видов деятельности на малодеятельной линии, млн. руб.

Годовые суммарные расходы по всем структурным подразделениям определяются как:

$$\sum Р = Р_Д + Р_С + Р_{ТРО} + Р_Т + \overbrace{Р_{ПЧ} + Р_{СЦБ} + Р_{ГС} + Р_Э + Р_В}^{Р_{ДИ}} + Р_{ЭЗС} + Р_{МВ} + Р_{ТСК} + Р_{ПО} + Р_{ТВ} + Р_{ПМ} + Р_{ДМ},$$

где $Р_Д$ – расходы дирекции управления движением; $Р_С$ – расходы дирекции связи; $Р_{ТРО}$ – расходы территориального центра фирменного транспортного обслуживания; $Р_Т$ – расходы дирекции тяги; $Р_{ПЧ}$ – расходы хозяйства пути; $Р_{СЦБ}$ – расходы хозяйства сигнализации централизации и блокировки; $Р_{ГС}$ – расходы хозяйства гражданских сооружений; $Р_Э$ – расходы хозяйства электроснабжения; $Р_В$ – расходы вагонного хозяйства; $Р_{ДИ}$ – расходы дирекции инфраструктуры; $Р_{ЭЗС}$ – расходы дирекции эксплуатации зданий и сооружений; $Р_{МВ}$ – дирекция моторвагонного подвижного состава; $Р_{ТСК}$ – расходы дирекции по управлению терминально-складским комплексом; $Р_{ПО}$ – расходы дирекции пассажирских обустройств; $Р_{ТВ}$ – расходы дирекции тепловодоснабжения; $Р_{ПМ}$ – расходы дирекции по эксплуатации и ремонту путевых машин; $Р_{ДМ}$ – расходы центра диагностики и мониторинга устройств инфраструктуры.

Каждая позиция расходов состоит из элементов затрат: фонд оплаты труда, отчисления в фонд социального страхования, амортизация, материалы, топливо, электроэнергия, прочие материалы, прочие.

Графическое представление модели функционирования МДЛ имеет вид, аналогичный графику, расчета точки безубыточности производства (рис. 2 а).

Инновационная деятельность и мероприятия направленные на снижение эксплуатационных затрат снижают $\sum Р$ по структурным подразделениям, повышают итоговый $Ф_{рез.}$, и соответственно смещают точку безубыточности (рис. 2 б).

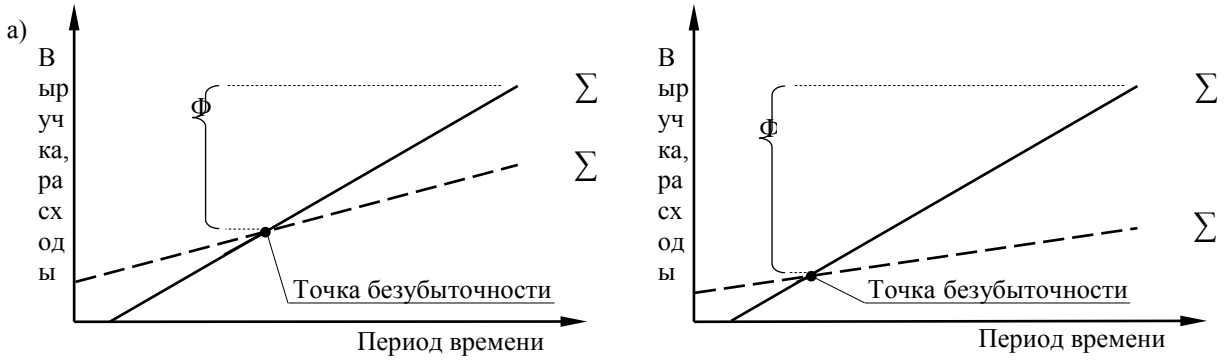


Рисунок 2 – График функционирования МДЛ с положительным финансовым результатом работы (а) и график отражающий результаты инновационной деятельности (б)

В точке безубыточности выручка покрывает расходы. Отрицательный финансовый результат работы линии графически представлен на рисунке 3.

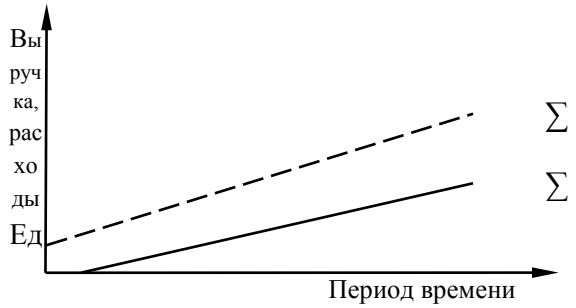


Рисунок 3 – График функционирования МДЛ с отрицательным финансовым результатом работы

Список литературы

1. Никитин А.Б., Кушпиль И.В. Упрощенные принципы управления движения поездов на малодеятельных линиях железных дорог мира // Транспортные интеллектуальные системы – 2017: материалы I Международной научно-практической конференции. ИПТ РАН. Санкт-Петербург. 2017. С. 181–188.

2. Никитин А.Б., Сапожников В.В., Василеко М.Н., Манаков А.Д., Кушпиль И.В., Болтаев С.Т. Оптимизация затрат в системах интервального регулирования на малодеятельных линиях // Перспективы будущего в образовательном процессе – 2016: материалы конференции. Санкт-Петербург. 2016. С. 45–48.

3. Распоряжение № 3048р. Об утверждении методики классификации и специализации железнодорожных линий ОАО РЖД. – Москва, 2015.

4. Об утверждении результатов классификации железнодорожных линий. Распоряжение № 3188р. – М.: Москва, 2015.

5. Модернизация малодеятельных железнодорожных линий России и повышение эффективности их использования в пассажирском сообщении / дис…соиск. уч. степени канд. эконом. наук // Прошкина Е.С. – Москва. 2008. С. 160.

6. Паспорта малодеятельных железнодорожных линий Октябрьской железной дороги ОАО "РЖД". – Москва, 2017.

УДК 656.257

УСТОЙЧИВОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Яшин Михаил Геннадьевич *– кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры Восстановления устройств автоматики, телемеханики и связи на железных дорогах Военного института (Железнодорожных войск и военных сообщений)*

ФГКВОУ ВО Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева

Аннотация. Предлагается к рассмотрению новый подход в оценке устойчивого функционирования магистрального железнодорожного транспорта в условиях воздействия на него неблагоприятных факторов и помех как внутреннего, так и внешнего характера.

Устойчивость функционирования магистральных железных дорог предлагается рассматривать как совокупность критериев живучести, надёжности и безопасности, что по мнению автора наиболее полно характеризует устойчивое состояние исследуемого объекта как сложной организационно-технической системы.

Ключевые слова: устойчивость, магистральный железнодорожный транспорт, надёжность, живучесть, безопасность, потенциальные возможности объектов.

STABILITY OF FUNCTIONING TRAIN TRAINS

Yashin Michael G. – Ph.D., associate professor, associate professor of the department for the restoration of automation, telemechanics and communication on the railway. Military institute (Railway troops and military communications)

Military Academy for Logistics General of the Army A.V. Khrulev

Abstract. It is proposed to consider a new approach in assessing the sustainable functioning of mainline transport in the face of adverse factors and interference, both internal and external.

The stability of the functioning of the main railways is proposed to be considered as a set of criteria for survivability, reliability and safety, which in the author's opinion most fully characterizes the steady state of the object under study as a complex organizational and technical system.

Keywords: sustainability, main railway transport, reliability, survivability, safety, potential facilities.

Учитывая сложность системы магистрального железнодорожного транспорта (МЖТ), многоуровневый характер его функционирования, значительное число управляемых объектов, сложившуюся децентрализацию управления, быстрое изменение вида, характера и интенсивности транспортных поездопотоков в пространстве и во времени, наличие постоянно действующих дестабилизирующих факторов эксплуатационного характера, интенсивное воздействие различных факторов (как внешних, так и внутренних) на объектах направления и передвигающимся поездам, можно утверждать, что для такой системы исключительно важным является свойство, сохранять и быстро восстанавливать основные эксплуатационные качества магистрали. В теории системного анализа такое свойство систем принято называть устойчивостью [1–3].

Одним из первых в системной литературе понятие устойчивости определил Н.П. Бусленко, который под устойчивостью функционирования сложной системы предлагал понимать «….. способность системы сохранять требуемые свойства в условиях действия возмущений» [4].

Можно утверждать, что устойчивость является сложным, интегрированным свойством системы МЖТ и включает в себя такие составные части как надежность, живучесть и

безопасность системных железнодорожных объектов. Наглядно устойчивость элементов системы МЖТ можно выразить с использованием диаграммы Эйлера-Венна (рис. 1).

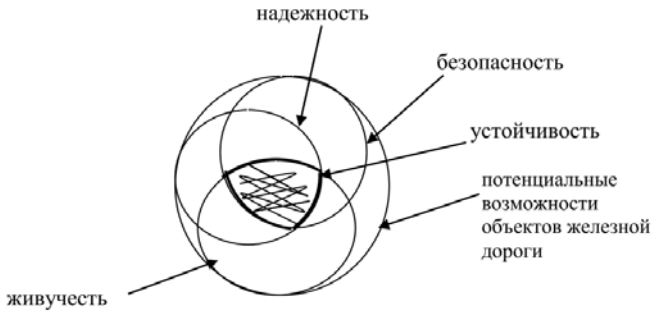


Рисунок 1 – Диаграмма соотношения понятий, определяющих устойчивость системных объектов магистрального железнодорожного транспорта

В предлагаемой статье основное внимание уделяется изложению ряда новых подходов в решении задач, дающих возможность количественно изучать структурные свойства сложных организационно-технических транспортных систем, позволяющих реально оценивать устойчивость отдельных железнодорожных объектов и процессов функционирования МЖТ в целом, способствующих обоснованию путей, моделей и методов оценки и повышения эффективности функционирования железнодорожных комплексов.

Под структурой таких комплексов принято понимать совокупность прочных (устойчивых) связей и взаимодействий элементов, обеспечивающих целостность системы, т.е. сохранение ее основных свойств при различных внутренних и внешних изменениях. Указанную совокупность связей и взаимодействий удобно изображать в виде структурной схемы железнодорожного комплекса, на которой набор элементов и их соединений графически описывает структуру данного комплекса.

Сущность понимания устойчивости и эффективности функционирования системы МЖТ приведена на схеме (рис. 2).

Рисунок 2 – Структуризация целей системы магистрального железнодорожного транспорта

Анализ содержания схемы показывает, что эффективность данной системы определяется устойчивостью функционирования действующих путей направления, обобщенный результат деятельности которых определяется устойчивостью каждого j - го составного элемента, соединенного особым образом с граничными, сопредельными элементами в определенную систему и характеризующегося надежностью, живучестью и безопасностью лимитирующего элемента. Главной составной частью общей эффективности структуры системы МЖТ является устойчивость функционирования направления, которая не учитывает затраты ресурсов и характеризует только соответствие эксплуатационных качеств МЖТ поставленным целям и требованиям.

Из теории системного анализа известно, что эффективность функционирования системы определяется эффективностью функционирования каждого отдельного элемента системы и эффективностью взаимосвязей определенных элементов (объектов, участков) [4–6]. Следовательно, можно сделать вывод о том, что эффективность функционирования МЖТ определяется эффективностью ее структуры.

Обозначим все множество элементов исследуемой системы через $A = \{\alpha_j\} \quad j = 1, 2, ..., n$, где α_j – j-й элемент системы; n – число элементов в системе. Вполне естественно, $O_j \in A$ и $U_{j_1 j_2} \in A$, где O_j – j-й объектовый элемент системы А (узел, станция, мост и др.); $U_{j_1 j_2}$ – участок, соединяющий j_1-й и j_2-й объектовые элементы системы. Каждый α_j элемент характеризуется «K» конкретными свойствами $Z_{ij1}, ..., Z_{ijr}$ (скорость поезда, пропускная способность, потери времени на погрузку, задержки из-за отказа и др.).Множество Q связей между элементами $\alpha_{j_1 K}$ и $\alpha_{j_2 K}$ можно представить выражением вида:

$$Q = \{q_{jK}\}, \quad j = 1,2,...,n; \quad K = 1,2,....,r \tag{1}$$

В теории систем совокупность элементов системы и связей между ними в виде множества $D = \{A, Q\}$ принято называть структурой системы [7].

Система МЖТ воспринимает совокупность управляющих воздействий X, под которыми следует понимать набор проектных требований к различным объектам и участкам системы, совокупность заявок на возможность использования элементов системы в процессе ее функционирования, а также множество организационных и управленческих воздействий (директив, приказов, указаний).

Система МЖТ испытывает возмущающие воздействия G в виде совокупности факторов, не предусмотренных нормальными условиями «жизненного» цикла системы.

Для успешного функционирования система требует затрат ресурсов «С», то есть, совокупности ресурсов корпораций РЖД, Трансстрой и Железнодорожных войск (производственных, финансовых, материальных, людских и др.), расходуемых на восстановление, техническое прикрытие и эксплуатацию железнодорожного направления.

Под воздействием различных факторов система приобретает определенное внутреннее состояние «Z», которое можно выразить совокупностью координат, характеризующих возможность ее элементов по выполнению их прямого назначения.

На выходе система железнодорожного комплекса имеет определенные производственные результаты деятельности «Y» в виде совокупности объективных свойств и выходных параметров системы, определяющих ее фактические возможности по перевозке войск и грузов. Результаты взаимодействия всей совокупности векторных характеристик с учетом затрат ресурсов на обеспечение функционирования системы и будут определять общую эффективность системы железнодорожного направления. В результате анализа представилось возможным установить, что фактическая устойчивость функционирования каждого отдель-

ного объекта (участка) определяется обеспечением значений таких показателей как надежность – $K_{Нj}^{ф}$, живучесть – $K_{Жj}^{ф}$ и безопасность – $K_{Бj}^{ф}$.

Можно заключить, что элементы системы являются эффективными (устойчивыми) если каждый из них находится на множестве взаимно пересекающихся состояний, то есть

$$\left\{K_{Нj}^{Ф} \geq K_{Н}^{Тр}\right\}_{j=1}^{j=n} \cap \left\{K_{Жj}^{Ф} \geq K_{Ж}^{Тр}\right\}_{j=1}^{j=n} \cap \left\{K_{бj}^{Ф} \geq K_{б}^{Тр}\right\}_{j=1}^{j=n}. \quad (2)$$

Выполненный анализ показывает, что без оценки фактических значений надежности, живучести и безопасности функционирования участков и объектов не представляется возможным оценить их устойчивость, а тем более выполнить оценку устойчивости и эффективности МЖТ в целом.

Список литературы

1. Яшин М.Г. Вопросы безопасности железнодорожной транспортной системы // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2016: материалы Международной конференции. СПб.: ИПТ РАН. 2016. Том 1. С. 162–165.

2. Яшин М.Г., Пантелеев Р.А., Шарлай А.С., Фомин С.Н., Цуриков С.В. Информационные технологии при восстановлении станционных устройств железнодорожной автоматики и телемеханики // Региональная информатика и информационная безопасность. Сборник трудов. Санкт-Петербургское общество информатики, вычислительной техники, систем связи и управления. 2016. С. 350–355.

3. Яшин М.Г., Пантелеев Р.А., Шарлай А.С. Методика обоснования оптимального решения при расчете и выборе станционного напольного восстановительного комплекта // Транспорт Урала. 2016. № 3 (50). С. 48–53.

4. Бусленко Н.П. и др. Лекции по теории сложных систем. – М.: Советское радио, 1973. 440 с.

5. Дубров А.М. Математико-статистическая оценка эффективности в экономических задачах. М.: Финансы и статистика. 1982. 176 с.

6. Рябинин И.А., Парфенов Ю.М. надежность и эффективность структуры сложных технических систем. В кн. Основные вопросы теории и практики надежности. – Минск: наука и техника. 1982. С. 25–39.

7. Антонов А.В. Системный анализ. Учебник для ВУЗов. М.: Высшая школа. 2006. 454 с.

УДК 656.222

РАСЧЕТ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ЧЕРЕЗ КОНФИГУРАЦИЮ ГРАФИКА ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ

Грачев Андрей Александрович *– кандидат технических наук, доцент кафедры управления эксплуатационной работой*

Шутов Иван Николаевич *– кандидат педагогических наук, преподаватель*

Санкт-Петербургский техникум железнодорожного транспорта

ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I

Аннотация. В статье предлагается моделировать график движения поездов на основе выбора конфигураций прокладки линий хода. Поезда различных категорий отличаются по скорости, поэтому занимают участок различное расчетное время проследования. Предло-

женный способ позволит добиться более высоких значений участковой скорости и пропускной способности железнодорожных участков. Применение конфигурации создает возможность стабильного соблюдения расписаний движения на участках обращения поездов различных категорий.

Ключевые слова: организация железнодорожного движения, график движения поездов, расчетный участок, пропускная способность, грузовой поезд, пассажирский поезд, пригородный поезд, период графика движения, конфигурация графика движения, участковая скорость.

CALCULATION OF THE ESTIMATION OF THE CAPACITY RAILWAY SECTION USING THE CONFIGURATION OF THE TRAIN SCHEDULE

Grachev Andrey A. – Ph.D. (Tsc), Associate professor of Train Traffic Operation Department

Shutov Ivan N. – Ph.D., Lecturer railway College

Emperor Alexander I Peterburg State transport university

Abstract. The article proposes to simulate the train schedule on the basis of the choice of configurations of laying the course lines. Trains Train make a difference categories differ in speed, therefore occupy a plot of different estimated time of passage. The proposed method will allow to achieve higher values of the local speed and capacity of railway sections. The use of the configuration creates the possibility of stable compliance with traffic schedules in the sections of trains of different categories.

Keywords: railroad trains movement, trains traffic schedule, railway line, railroad capacity of, freight train, passenger train, commuter train, local speed.

Социальная роль железнодорожного транспорта становится определяющей в технологическом развитии современной мировой транспортной системы. Глобальные тренды железнодорожного транспорта обеспечивают основные конкурентные преимущества в передовых технологиях. Проекты усиления движения и транзита контейнерных поездов по наиболее загруженным магистралям требуют не только принципиально новых, но и востребованных многолетним опытом эксплуатации управленческих и технологических решений [1]. При этом необходима интеграция с грузополучателями и партнерами по перевозкам, в частности, морскими портами, что позволит исключить потери времени и эффективности в цепочке поставок, сократив их сроки и стоимость.

В условиях перехода к безлюдным технологиям, в том числе поезда без машинистов и целиком автономные грузовые и пассажирские линии, что позволят повысить скорости движения, сократить интервалы между поездами, снизить технологические риски становится важнейшей задачей моделирование перевозочного процесса [2].

График движения поездов является важнейшей эксплуатационной работы железной дороги, но поскольку в условиях жестких технических ограничений неизбежны отступления от плановых заданий, то для специалистов-эксплуатационников стала постоянной проблема выработки мероприятий, позволяющих минимизировать возможные отклонения движения поездов от нормативного графика [3]. Наиболее важно гарантировать соблюдение расписания движения поездов для наиболее загруженных линий, на которых резервы графика движения минимальны.

Известно, что стабильность графика в значительной степени зависит от порядка его разработки, который предусмотрен соответствующей инструкцией [4]. В частности, стабильность определяется его устойчивостью, то есть наличием определённых резервов графика движения поездов. Эти резервы позволяют ликвидировать сбои движения, иными словами – применить регулировочные мероприятия. Однако если стабильность в конечном счете опре-

деляется качеством практических мероприятий, то устойчивость – качеством теоретических приёмов построения графика [5].

В настоящее время часть железнодорожных линий отличаются серьёзными затруднениями в пропуске возросшего потока грузовых поездов при значительных размерах пассажирского движения. Причина затруднений объясняется отставанием развития инфраструктуры и, как следствие, – нехватки её пропускных способностей [6]. Поэтому стали вновь актуальными предложения, высказанные практиками советского периода в работах по интенсификации перевозочного процесса за счёт применения приёмов рационального построения графика [7].

Одним из таких предложений является моделирование прокладки поездов, позволяющее добиться более высоких реализуемых значений скорости и пропускной способности путем создания возможностей для стабильного соблюдения расписаний. В настоящей работе предлагается производить такое моделирование на основе выбора конфигураций графика. Под термином «конфигурация» мы понимаем устойчивое сочетание схем прокладки поездов, повторяющиеся через определённые промежутки времени на железнодорожном участке. Пример конфигурации – период графика на ограничивающем перегоне однопутной линии. Концептуальные основы выбора конфигураций нами объяснены в предшествующей статье [10] в материалах предыдущей конференции.

Возможность создания конфигураций при непараллельном графике определяется тем обстоятельством, что поезда одной и той же категории, как правило, концентрируются в определённые периоды суток, создавая в эти периоды преобладание одной категории над другими, например, пригородные поезда в «час пик». Техническая возможность железных дорог по обеспечению перевозок пассажиров и грузов определяется наличной пропускной способностью основных устройств и сооружений ($N_{нал}$), которая напрямую зависит от способа организации движения поездов [8, 9], т.е. типа применяемого графика движения поездов. Таким образом, инструкция однозначно устанавливает первичность графика перед пропускной способностью. Тип графика определяется инфраструктурой участка и планируемыми (потребными) размерами движения поездов ($N_{пот}$). Поэтому выбрать тип графика, при котором $N_{пот} < N_{нал}$ хотя бы без оценочного расчета пропускной способности нельзя. В такой ситуации возникает замкнутый круг, который можно разорвать лишь за счёт высокой квалификации работников, участвующих в разработке графика движения поездов.

Одним из вариантов решения поставленной проблемы является разделение суток на периоды времени с преобладающими размерами движения той или иной категории поездов, а затем – расчёт пропускной способности за час (или продолжительность конфигурации) в поездах преимущественной категории по каждому из этих периодов [5]. Необходимо отметить, что если сложить пропускные способности, приведя их к единой категории поездов, по каждому периоду действия конфигурации, приведя их предварительно к единой категории поездов, то в итоге полученное значение пропускной способности окажется выше, чем рассчитанное по традиционной методике [3].

Задача расчета пропускной способности через конфигурацию графика движения поездов решается отдельно для каждого пути многопутной железнодорожной линии:

$$N = {T_{расч}}/{T_{конф}},$$

где $T_{расч}$ – время, за которое рассчитывается пропускная способность (может быть за один или несколько часов); $T_{конф}$ – продолжительность конфигурации.

На рисунке показаны составляющие конфигурации графика:

$$T_{конф} = \left(T_{гр} - T_{пс}\right) + I(k-2) + I_{пр} + I_{от}\ ,$$

где $T_{гр}, T_{пс}$ – время хода по участку соответственно грузового и пассажирского поезда; I – межпоездной интервал; k – число поездов в обоих пакетах (при условии равенства I для всех

категорий поездов); $I_{пр}, I_{от}$ – соответственно интервалы попутного прибытия и попутного отправления.

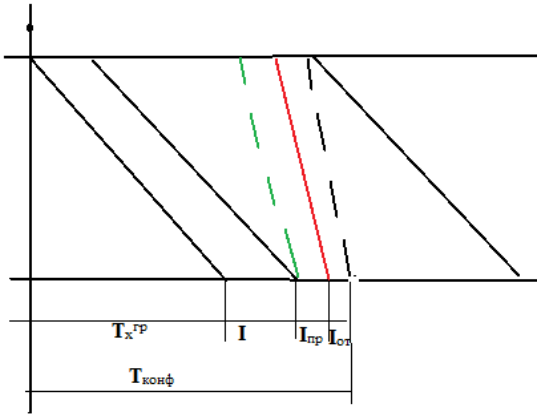


Рисунок – Конфигурация графика движения поездов

Расчетный участок принимаем как часть железнодорожной линии, ограниченной узловыми, тупиковыми или зонными станциями. При организации безобгонного движения число поездов в конфигурации:

$$N_{конф} = k_{гр} + \varepsilon_{пс} k_{пс},$$

где $k_{гр}, k_{пс}$ – число соответственно грузовых и пассажирских поездов в конфигурации;
$\varepsilon_{пс}$ – коэффициент съёма грузовых поездов пассажирскими.

Если предположить, что в конфигурацию входят по одному пакету грузовых и пассажирских поездов, то ограничениями по числу поездов в пакетах становятся количество приёмо-отправочных и перронных путей. Если подставить в расчет необходимые данные, то можно получить результат показывающий, что продолжительность дневной конфигурации (с 10 до 16 часов) для участка Бабаево – Волховстрой составит 88 минут. Т. е. с учётом технологического окна можно уложить на графике 2,5 конфигурации, каждая из которых состоит из 1 пассажирского и 6 грузовых поездов. Полученные размеры движения соответствуют потребной пропускной способности участка. По плановым размерам движения поездов за время применения одной и той же конфигурации возможно определить ее продолжительность. Через элементы конфигурации – число поездов в пакете.

Помимо ограничения по числу путей на продолжительность конфигурации влияет несинхронность движения поездов, приводящая к росту межпоездного интервала [4, 10].

Наши предложения по применению конфигураций графика позволяют выявить дополнительные резервы времени, существенно повышающих устойчивость графика движения. Таким образом, обеспечивается стабильность его выполнения. При этом следует отметить, что создание конфигураций требует использования особых приемов построения графика. Подход к разработке графика через конфигурации поможет осуществить прорывное развитие транспортной инфраструктуры России вплоть до 2050 года.

Список литературы

1. Программа Транспортной стратегией Российской Федерации на период до 2030 г. / Правительство Российской Федерации [утв. распоряжением от 22.11.2008 г. № 1734р с изменениями на 12 мая 2018 г. №» 893р].

2. Главные направления развития железных дорог до 2025 г.: материалы III железнодорожного съезда 29 ноября 2017 г. Москва: инновационный дайджест www.rzd-expo.ru [28.10.2018].

3. Инструкция по расчету наличной пропускной способности железных дорог / ОАО «Российские железные дороги» [утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 31.12.2015 г. № 3218р] – Москва : ОАО «ВНИИЖТ».

4. Угрюмов А.К. Как определить оптимальный межпоездной интервал? / А.К. Угрюмов, А.А. Грачёв // Железнодорожный транспорт. 1989. № 2. С. 20–21.

5. Левин Д.Ю. Диспетчерские центры и технология управления перевозочным процессом Учебное пособие / Д.Ю. Левин : Москва, Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте. 2005. 760 с.

6. Абрамов А.А. Актуальные вопросы повышения скорости движения грузовых поездов // Железнодорожный транспорт. 2017. № 4. С. 28–31.

7. Грачев А.А., Шутов И.Н. Применение понятия конфигурации графика движения поездов для оценки пропускной способности железнодорожного участка / Транспорт России: проблемы и перспективы – 2017. СПб: ИПТ РАН. 2017. С. 94–99.

8. Об утверждении нормативов графика движения поездов. Нормы обеспечения поездов тормозами и допускаемые скорости движения поездов. Данные по весу тары и условной длине подвижного состава и специального подвижного состава // ОАО «Российские железные дороги» [утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 31.12.2015 г. № 3218р] – Москва.

9. Инструкция по разработке графика движения поездов // ОАО «Российские железные дороги» [утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 31.12.2015 г. расп. 3201р] – Москва.

10. Левин Д.Ю. Управление технологией перевозочного процесса на железных дорогах: монография // Д.Ю. Левин. М.: Инфра-М. 2017. 286 с.

УДК 656.257

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА И ГРУЗОВ НА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ ПРИ ПОМОЩИ ТРАНСПОНДЕРОВ

Яшин Михаил Геннадьевич *– кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры Восстановления устройств автоматики, телемеханики и связи на железных дорогах Военного института (Железнодорожных войск и военных сообщений)*

Трубицин Владимир Владимирович *– начальник курса факультета Железнодорожных войск Военного института (Железнодорожных войск и военных сообщений)*

ФГКВОУ ВО Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А. В. Хрулева

Аннотация. В целях создания автоматизированной системы учета грузоперевозок предлагается решить задачу идентификации железнодорожного подвижного состава и грузов на основе создания электронного номера-транспондера, который должен удовлетворять требованиям свободного считывания идентификационного номера и параметров состояния. При этом проверка подлинности осуществляется на основе информационного обмена между считывателем и электронным номером-транспондером с применением ассиметричного кодирования.

Ключевые слова: железнодорожные грузоперевозки, транспондер, система учета грузов, идентификатор, нелинейный радиоответчик, параметрический рассеиватель, электронный номер.

SYSTEM OF AUTOMATIC ELECTRINIC IDENTIFICATION OF ROLLING STOCK AND GOODS ON THE RAILWAY USING TRANSPONDERS

Yashin Michael G. – Ph.D., associate professor, associate professor of the department for the restoration of automation, telemechanics and communication on the railway. Military institute (Railway troops and military communications)

Trubitsin Vladimir Vl. – Chief of a course of faculty of Railway troops. Military institute (Railway troops and military communications)

Military Academy for Logistics General of the Army A. V. Khrulev

Abstract. With a view of creation of the automated system of the account of cargo transportations it is offered to solve the problem identifications of the train and cargoes on the basis of creation of electronic number - transponder which should meet the requirements of free reading of identification number and parameters of a condition. Thus check of authenticity is made on the basis of an information exchange between counting and electronic number - transponder with application of dissymmetric coding.

Keywords: railway goods transportation, transponder, system of the account of cargoes, the identifier, the unlined radio respondent, parametrical dispersiviness, electronic number.

Одним из важных направлений совершенствования работы железнодорожного транспорта является разработка научно-обоснованных методов управления перевозками [1]. Реализация этого связывается с разработкой и внедрением новых информационно-управляющих систем (ИУС), которые позволяют осуществлять слежение за положением вагонов и локомотивов на железных дорогах и контролировать перемещение поездов с заданной схемой расположения вагонов через железнодорожные станции и узлы. Важнейшей составной частью таких ИУС являются системы автоматической идентификации (САИ) железнодорожных подвижных составов, служащих для сбора первичной информации для ИУС обеспечивающих слежение за размещением железнодорожных подвижных составов на железных дорогах.

Работа существующих САИ основывается на считывании информации с транспондеров, маркеров или меток, которыми оснащается железнодорожный подвижной состав. Отсюда следует основной недостаток существующих САИ - необходимость установки на подвижной состав таких специальных устройств и оперативный контроль их работоспособности.

Задача автоматизации учета грузоперевозок по железной дороге включает в себя как создание технологии учета движения грузов (транспортная логистика) [1, 2], так и технологии обеспечения их сохранности. При этом обе технологии должны быть взаимоувязанными. Для этого, и в том и в другом случае должны использоваться идентичные, электронные идентификаторы грузов и подвижного состава.

В настоящее время на железной дороге применяются два типа идентификаторов: номер вагона, нанесенный краской, и пломба, механически закрепленная на грузе или вагоне.

Идентификатор номер вагона вручную вносится в автоматизированную систему учета. Практически вручную выполняется и процедура считывания. Операция подтверждения достоверности номера вагона отсутствует, точнее подтверждение подлинности основывается не на физической защите (исказить или переписать номер вагона достаточно просто, иногда на вагонах их встречается несколько), а на документировании месторасположения в составе в виду сложности процедуры перестановки вагона в составе или его исключения. Идентификатор механическая пломба так же вносится в автоматизированную систему учета только вручную. При этом при проверке подлинности, экспертом является человек, находящийся нередко в трудных погодных условиях и вооруженный только увеличительным стеклом и фонарем для работы в темное время суток.

Рассматривая задачу автоматизации учета грузоперевозок по железной дороге необходимо устранить процедуру ручного ввода идентификатора в систему, его считывания и подтверждения подлинности. Сегодня на железнодорожном транспорте ищутся пути по внедрению в качестве носителя идентификатора – электронных идентифицирующих устройств, которые должны быть принадлежностью транспортных средств (вагонов) и некоторых грузов (контейнеров). При этом идентификаторы, соответствующие данным идентифицирующим устройствам, должны иметь возможность свободно циркулировать в инфор-

мационной системе учета грузоперевозок по железной дороге [3, 4]. В настоящий момент не решен вопрос о принципе работы и конструкции электронного железнодорожного идентифицирующего устройства.

Сформулируем определенные технические требования к идентифицирующим устройствам:

1) попытка снять идентифицирующее устройство с носителя или гальванически подключиться к нему непосредственно на носителе с целью копирования содержания электронной памяти, должна, привести к физическому разрушению его электронных компонентов;

2) применяемая технология считывания и изготовления идентифицирующих устройств не должна позволять воспроизвести идентифицирующее устройство;

3) оборудование системы учета движения железнодорожных грузов, включая считыватели и идентифицирующие устройства, должны соответствовать определенному открытому корпоративному или государственному стандарту;

4) электронная часть идентифицирующего устройства должна быть выполнена в виде пассивного маркера – нелинейного радиоответчика (транспондера), а считыватель – в виде установки нелинейного зондирования.

Конструкция идентифицирующего устройства в виде пассивного нелинейного радиоответчика – транспондера достаточно легко позволяет выполнить первое техническое условие. В частности, электронная часть идентифицирующего устройства в случае расположения на вагоне может быть реализована путем применения конструкции в виде полосковых антенн, соединенных с бескорпусными электронными компонентами, которые должны помещаться в твердый пластик, создавая невскрываемую конструкцию идентифицирующего устройства – транспондера. Данная конструкция может просто приклеиваться к вагону или грузу специальным полимерным клеем. Другим вариантом расположения электронной части идентифицирующего устройства является его помещение внутрь полости несущей трубчатой рамы вагона или контейнера. Соответственно в этом случае антенна транспондера - идентифицирующего устройства должна быть щелевой – в виде прорези или круглого отверстия в указанной трубчатой раме.

Указанные конструкции вполне реализуемы и для нелинейных ответчиков в виде маркеров – параметрических рассеивателей [5]. Для решения задачи по внедрению электронного железнодорожного идентифицирующего устройства предлагаем использовать транспондеры (системы радиочастотной идентификации – RFID) [6, 7], так как у них при помощи детектора-выпрямителя образуется энергия источника питания.

Возможная блок-схема системы идентификации объектов железнодорожного транспорта, использующей для идентификации электронный номер – транспондера в виде нелинейного ответчика – параметрического рассеивателя [8] представлена на рисунке.

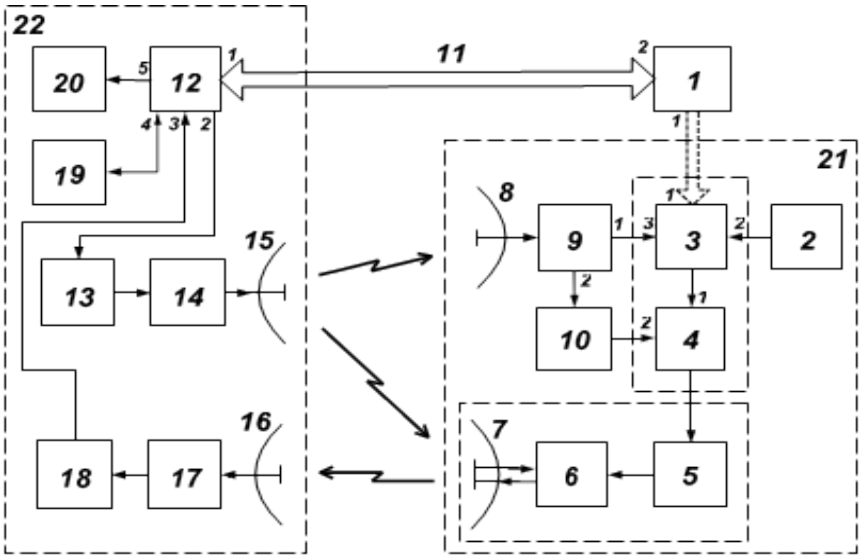


Рисунок – Блок-схема системы идентификации объектов железнодорожного транспорта

Здесь 1 – программирующее устройство, 2 – ключ, механически связанный с транспондерным устройством, 3 – внутренняя электронная память, 4 – формирователь последовательностей ответного сигнала, элементы 3, 4 составляют ЧИП – идентификатор, 5 – управляемый элемент, 6 – транзисторный генератор, 7 – приемо-передающая антенна нелинейного ответчика, элементы 5, 6, 7 составляют нелинейный ответчик – параметрический рассеиватель, выступающим в качестве СВЧ узла, 8 – вспомогательная антенна, 9 – детектор, 10 – источник электропитания, 11 – информационная сеть, 12 – контроллер считывающего устройства, 13 – формирователь запросного сигнала, 14 – СВЧ передатчик запросного сигнала, 15 – антенна запросного сигнала, 16 – приемная антенна ответного сигнала, 17 – приемник ответного сигнала, 18 – детектирующий блок ответного сигнала, 19 – запоминающее устройство, 20 – индикатор, элементы 2 – 10 составляют электронный датчик 21 электронного номера - транспондера, элементы 12 – 20 составляют считывающее устройство 22.

Особенностью входящего в состав электронного номера – транспондера 21 параметрического рассеивателя, является то, что кроме приемопередающей антенны 7 и параметрического генератора 5, достаточно хорошо описанных в литературе [9], в его конструкцию входит управляемый элемент 5, наличие напряжения на нем приводит к срыву параметрической генерации у параметрического генератора 6.

Таким образом, сегодня есть все технические возможности реализовать новый подход к идентификации подвижного состава и грузов, обеспечивающий высокий уровень достоверности идентификаторов вагонов и грузов, циркулирующих в системе учета движения грузов на железной дороге.

Список литературы

1. Шаталова Н.В. Пространственное развитие России: транспортный аспект // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2016: материалы Международной научно-практической конференции. СПб.: ИПТ РАН. 2016. Том 1. С. 354–359.

2. Козлов П.А. Построение систем автоматизированного управления потоками разных собственников // Вестник научно-исследовательского института железнодорожного транспорта. 2009. № 6. С. 8–11.

3. Яшин М.Г. Вопросы безопасности железнодорожной транспортной системы // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2016: материалы Международной научно-практической конференции. СПб.: ИПТ РАН. 2016. Том 1. С. 162–165.

4. Яшин М.Г., Пантелеев Р.А., Шарлай А.С., Фомин С.Н., Цуриков С.В. Информационные технологии при восстановлении станционных устройств железнодорожной автоматики и телемеханики // Региональная информатика и информационная безопасность. Сборник трудов. Санкт-Петербургское общество информатики, вычислительной техники, систем связи и управления. 2016. С. 350–355.

5. Нелинейный пассивный маркер – параметрический рассеиватель // Патент RU2336538C2.

6. Стариков О. Радиочастотная идентификация: технологии, системы, компоненты // Электронные компоненты. 2002. № 7. С. 103–105.

7. Стариков О. Радиочастотная идентификация: технологии, системы, компоненты. Часть 2 // Электронные компоненты. 2003. № 1.

8. Способ и устройство маркировки объектов при помощи электронного номера – пломбы осуществляющей информационный обмен со считывающим устройством на основе асимметричных ключей // реферат по заявке на патент № 2009129170/28, ФИПС. 2010.

9. Горбачев П.А. Нелинейный рассеиватель электромагнитных волн, создающий субгармоники // Радиотехника и электроника. 1999. Т. 44. № 10. С. 164.

УДК 625.1:004.94

МЕТОД РЕШЕНИЯ НАУЧНЫХ И ПРИКЛАДНЫХ ПРОБЛЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ОПЕРАТИВНОГО ПЕРСОНАЛА

Кокурин Иосиф Михайлович *– доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории проблем организации транспортных систем*
ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко
Российской академии наук
Ярцев Андрей Васильевич *– заместитель начальника отдела*
Перевязкин Александр Александрович *– начальник сектора разработки оборудования*
Научный информационно-аналитический центр – филиал АО «ВНИИЖТ»

Аннотация. Предлагается метод решения теоретических и прикладных проблем автоматизации информационного обеспечения железнодорожного оперативного персонала, на основе детального анализа технологии организации поездных и маневровых передвижений. Показано, что автоматизация создает условия для повышения точности прогноза времени выполнения технологических операций, составляющего основу определения оптимальной очередности передвижений.

Ключевые слова: железнодорожный оперативный персонал, информационная поддержка принятия решений, автоматизация информационного обеспечения, прогноз времени выполнения технологических операций.

METHOD FOR THEORETICAL AND APPLIED PROBLEMS SOLUTION OF THE RAILWAY OPERATIONAL PERSONALS' INFORMATION SUPPLY AUTOMATIC

Kokurin Joseph M. – Doctor (Tech), professor, main scientific researcher of the transport systems organization laboratory
Solomenko Institute for Transport Problems Russian Academy of Sciences
Yartchev Andrey V. – deputy head of department
Perevyazkin Alexander Al. – head of equipment design sector
Scientific Informative and Analytical Center – Branch of SC Russian Railway Scientific Institute

Abstract. Method for theoretical and applied problems solution of the railway operational personals' information supply automatic is proposed, that is based on the train and shunting movements control detailed analysis. It is shown, that automatic creates conditions to raise the prognosis exactness of the technological operations completion time, which creates foundation to the optimal movements turns determinations.

Keywords: railway operational personal, informative exchange automatic, informative support automatic for decision making, time prognosis for technological operations completion.

Системы автоматизации функций железнодорожного оперативного персонала, управляющего движением (поездных и маневровых диспетчеров, дежурных по станциям), разрабатываются с середины прошлого века. Неудачные попытки исключить поездных диспетчеров из системы управления привели к осознанию того, что необходимо начинать с автоматизации информационного обеспечения принятия решений оперативным персоналом. Основной проблемой при этом признается мнение [1, 2] об отсутствии возможности алгоритмического описания функций оперативного персонала, не поддающихся наблюдению и хронометражу (запоминание и вспоминание данных, расчеты и сравнения чисел, принятие

решений и т.д.). Это приводит к созданию систем, не автоматизирующих предоставление отдельных видов самой необходимой информации.

Целью данного доклада является представление результатов многолетних исследований по алгоритмическому описанию информационного обеспечения железнодорожного оперативного персонала, выполняемых в ИПТ РАН.

Пути решения проблем автоматизации информационного обеспечения оперативного персонала

Решение проблемы алгоритмизации на основе освоения разработчиками функций оперативного персонала [3, 4] и использования модифицированного вида записи алгоритмов [5], позволило определить набор операторов, логических условий и правил составления алгоритмов, а также способы статистической оценки их составляющих. На этой основе разработаны отраслевые методики расчета загрузки оперативного персонала [6–8]. Эти методики широко используются на железнодорожном транспорте для определения границ зон управления и численности оперативного персонала в зависимости от размеров движения и технического оснащения.

В результате исследований [8, 9] установлено, что алгоритмическое описание автоматизации информационного обеспечения оперативного персонала существенно отличается от алгоритмизации расчетов его загрузки. Это относится к отсутствию необходимости использования в алгоритмах автоматизации оценок математического ожидания длительностей выполнения операторов алгоритмов и вероятностей возникновения логических условий для выполнения блоков операторов. Это существенно сокращает затраты рабочего времени на алгоритмическое описание автоматизации, разработку программного обеспечения и технических решений.

В итоге предлагается метод теоретического и прикладного обоснования разработки автоматизации, который включает следующую последовательность этапов: освоение работы оперативного персонала, составление словесного описания его функций, определение содержания и способов информационного обмена, составление алгоритмов, необходимых для разработки программного обеспечения и технических средств.

В качестве примера приводится фрагмент запись алгоритма автоматизации информационного обеспечения поездного диспетчера для принятия решения по выбору стации обгона поезда:

$F_5 = S_1 I_1(№_{пj-1} \vee №_{пj},)\ (B_1)\ (i = 1) S_2 A_1(\tau_{опni} = t_{пji} - t_{пj-1i} \geq \tau_{ппni})\ C_1\ P_1 B_1 S_3 A_2(\tau_{опni+1} = t_{пji+1} - t_{пj-1i+1} < \tau_{ппni+1}) C_2 P_2 B_1 B_2.$

В этой записи алгоритма используется набор операторов: S – считывание, R – запись и I – отображение информации; A – вычисления, включая тяговый расчет, и C – сравнение чисел, B – условный логический переход к блоку алгоритма (B) при невыполнении проверяемого условия P, а также обозначения: $(№_{п2} \vee №_{п1})$ – указанный диспетчером приоритет обгоняющего поезда с номером $№_{пj}$ перед обгоняемым $№_{пj-1}$.

Обгон на станции i возможен при условии: $\tau_{опni} = t_{пji} - t_{пj-1i} \geq \tau_{ппni}$, где $\tau_{опni}$ и $\tau_{ппni}$ – ожидаемый и нормируемый интервалы попутного прибытия поездов j–1 и j на станцию обгона i. а $t_{пji}$ и $t_{пj-1i}$ – моменты ожидаемого времени прибытия поездов j–1 и j на станцию обгона i. В этом случае ожидаемый интервал попутного прибытия поездов достаточен для своевременного открытия обгоняющему поезду входного и выходного светофоров на станции i для безостановочного пропуска.

Обгон на станции j + 1 недопустим, если ожидаемый интервал попутного прибытия поездов на эту станцию окажется менее нормированного. Следовательно, выбор станции обгона представляет собой последовательный анализ возможностей использования станций i–1, i, i+1 и т.д., расположенных по ходу движения рассматриваемых поездов, до соблюдения обоих условий.

С учетом особенностей выполнения скрещения поездов и других технологических операций, разработаны алгоритмы автоматизации информационного обеспечения поездного диспетчера.

Отличительной особенностью предлагаемого метода автоматизации информационного обеспечения железнодорожного оперативного персонала является реальное достижение разработчиком умения практически выполнять автоматизируемые функции. Только такой подход способен создать наилучшие условия работы персонала и достигнуть максимальную эффективность автоматизации. Метод разработан для железнодорожного оперативного персона, но может представлять интерес и для других видов транспорта и производства.

Список литературы

1. Гигиена и психология труда на железнодорожном транспорте: Под ред. А.А. Прохорова. М.: Транспорт. 1973. 263 с.
2. Нарсесян Л.С. Инженерная психология и проблема надежности машиниста /Л.С. Нарсесян, О.А. Конопкин. М.: Транспорт. 1978. 239 с.
3. Кокурин И.М., Сапунов Н.А. Роль маневрового диспетчера в АСУ сортировочной станцией // Железнодорожный транспорт. 1976. № 3. С. 46–52.
4. Кокурин И.М. Формализация расчета загрузки железнодорожных операторов // Железнодорожный транспорт. 1983. № 5. С. 51–54.
5. Ляпунов А.А., Шестопал Г.А. Об алгоритмическом описании процессов управления // в сб. Математическое просвещение. М.: Физматгиз. 1957. Вып. 2. С. 81–95.
6. Нормы времени и нормативы численности маневровых (станционных) диспетчеров, дежурных и операторов железнодорожных станций / И.М. Кокурин, Н.А. Сапунов, С.А. Шенсизбаев, А.Б. Никитин // Сб. Проектного и внедренческого центра организации труда МПС. М.: МПС. 1990. 98 с.
7. Нормы затрат труда и нормативы численности оперативных работников железнодорожных станций по управлению процессами перевозок ОАО «РЖД». М.: ОАО «РЖД». 2005. 48 с.
8. Кокурин И.М., Ковалев К.Е. Метод расчета загруженности оперативно-диспетчерского персонала технических станций, основанный на алгоритмическом описании содержания труда // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2013. № 3. С. 18–23.
9. Кокурин И.М., Перевязкин А.А., Ефименко Ю.И., Булавский П.Е., Шаров В.А. Технологические и теоретические основы развития интеллектуальных систем управления движением поездов // Автоматика на транспорте. 2018. Том 4. № 2. С. 157–166.

УДК 658.3

АНАЛИЗ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ ПАТОЛОГИЙ ОАО «РЖД»

Зенина Надежда Николаевна *– кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента и управление персоналом организации*

ФГБОУ ВО Российский университет транспорта (МИИТ)

Аннотация. В статье приводятся результаты анализа организационных патологий ОАО «РЖД». Анализ выполнен методом экспертного исследования. Выявлены существенные проблемы в управлении холдингом

Ключевые слова: ОАО «РЖД», организационные патологии, экспертный метод, дисфункции.

THE ANALYSIS OF ORGANIZATIONAL PATHOLOGIES OF JSC "RZD»

Zenina Nadezhda N. – Ph.D., assistant professor of «Management and organization human resource management» department of Russian University of Transport (MIIT)

Abstract. The article presents the results of the analysis of organizational pathologies of JSC "Russian Railways". The analysis was performed by the method of expert research. Significant problems in the management of the holding were identified
Keywords: JSC "Russian Railways", organizational pathology, expert method, dysfunction.

Томас Бернс в 70-х годах прошлого века ввел понятие «патологические системы» для определения неэффективного типа организации в условиях инновационных изменений. Он выявил, что неадекватные системы управления организациями могут быть основным препятствием их развития.

Индикаторами деятельности системы управления организации могут выступать два показателя, которые мы уже ранее рассматривали [1, 2]:

1. Результативность, как степень достижения цели.

2. Эффективность, как соотношение затрат и результатов. При этом затраты на управление рассматриваются как вся совокупность трансакционных издержек, которые несет организация.

Однако количественной характеристики явно недостаточно для анализа системы управления организации. За рамками количественного анализа остаются причинно- следственные связи в системе управления, процессы принятия управленческих решений, процессы координации деятельности управленцев для достижения общих целей, характер и эффективность взаимодействий, связей и отношений.

В научной литературе для обозначения такого рода отклонений используется несколько терминов: дисфункции, патологии и болезни роста.

Понятие «дисфункция» было использовано для обозначения нарушений в системе управления в самых первых исследованиях по этому вопросу. Р. Мертон обозначил его следующим образом: «социальная деятельность или институт имеет дисфункции тогда, когда некоторые из ее или его последствий препятствуют другой деятельности или другому институту» [3, с. 124–125].

Г. Саймон описал две основные дисфункции в системах управления: проблему нарастание помех в процессе деловых коммуникаций и «дивергенцию целей». Первая дисфункция связана с тем, что в процессе структурной и профессиональной дифференциации в системе управления резко возрастает число помех и искажений в информационном потоке. Дивергенция целей приводит к тому, что специализированный субъект управления теряет связь с общей целью функционирования организации и все свои усилия направляет на достижение «своей» частичной цели. Закономерным итогом этого процесса является отмеченная Г. Саймоном, общая тенденция к снижению уровня управляемости организацией по мере ее роста [4].

Понятие "патология" впервые применил к социальным явлениям Э. Дюркгейм. Термин «организационная патология» введен в 70-е годы прошлого века польским профессором Я. Станишкис [5]. Исследователи неоднократно отмечали отличие патологий от дисфункций глубиной «повреждений» системы управления. Так, Цветков А.Н. пишет: «Дисфункции представляют собой легко устранимые недостатки… Патологии представляют собой «тяжелый случай» [6, с. 42].

В 2016 году было проведено исследование проблем ОАО «РЖД» методом экспертного опроса. В [7] мы подробно описали принципы формирования репрезентативной выборки для анализа институтов ОАО «РЖД» и проблем компании. В исследовании приняли участие 669 руководителей ОАО «РЖД», из них 23,2 % (155 чел.) – руководители региональных дирекций, 76,8% (514 чел.) – руководители линейных предприятий. В выборке представлены все 16 дорог.

В опросе приняли участие руководители предприятий и дирекций ЦДИ, ЦД, ЦТ, ЦДМВ, ОАО «ФПК», ДЭЗ, ЦРБ, ДЗО «ВРК». Таким образом, и по структуре выборки и по

ее численности были соблюдены все основные требования для обеспечения репрезентативности исследования.

Экспертам была предложена анкета с перечнем организационных патологий. Каждая патология имела краткую характеристику. Эксперт оценивал два признака: частоту проявления и силу проявления патологии (уровень помех в деятельности). Каждый признак оценивался по 10-ти бальной шкале. При обработке анкет, балловые оценки по каждой строке перемножались. Таким образом, патология имела комплексную оценку от 0 до 100 баллов. Результаты исследования определялись методом средневзвешенных значений.

Были исследованы три группы патологий [8]: патологии в строении организации, патологии управленческих решений, патологии организационных отношений. В таблице 1 приведены средневзвешенные значения экспертных оценок по перечню организационных патологий.

Проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы:

1. В организации наблюдаются патологии во всех группах: в структуре управления, процессах управления и в организационной культуре.

2. Руководители разных уровней управления по-разному оценивают проявление патологий в ОАО «РЖД». В целом, оценки руководителей низового уровня выше (в 1,51 раз), чем руководителей среднего уровня. Это свидетельствует о том, что организационные патологии в большей степени проявляются на уровне линейных предприятий, следовательно, они влияют на операционные процессы, дестабилизируют производство и, таким образом, увеличивают производственные риски.

3. Руководители обоих групп солидарны в определении группы доминирующих патологий:

А) Разрыв между решением и исполнением (96 и 98 баллов соответственно). Руководители прокомментировали это следующим образом: ежедневно поступающие новые указания в виде оперативных приказов из разных управленческих структур (в среднем – 20 оперативных приказов в день, из которых 85% требуют отчета) не только не скоординированы друг с другом, но и не обеспечены ресурсами, и не учитывают загрузку линейных предприятий выполнением плановых работ и их бюджеты.

Б) Бюрократизация – чрезмерное количество процедур (89 и 98 баллов соответственно). Очевидно, патология, связанная с предыдущей. Помимо потока входящих документов, необходимости дублировать отчеты в ЕАСД (единой автоматической системе документации) бумажными документами, эксперты отметили несбалансированную базу стандартов и регламентов. В настоящее время в «Автоматизированной системе правовой информации на железнодорожном транспорте» (БД АСПИЖТ) содержится 35 тысяч документов [9].

В) Обособленность подразделений – нарушение коммуникации между подразделениями; замедление выполнения решения; потеря общей цели или «война» (68 и 79 баллов соответственно). Данную патологию большинство экспертов связывают со структурной реформой управления ОАО «РЖД». Реформа привела к разрушению горизонтальных связей между линейными предприятиями на уровне территорий и централизации управления по вертикали.

Г) Рассеивание целей (66 и 72 соответственно), патология в области организационных отношений напрямую связана с отмеченной выше структурной патологией и является ее следствием.

Д) Дублирование организационного порядка (62 и 89 соответственно) эксперты прокомментировали, как результат множественных дублирующих друг друга указаний из разных структурных подразделений. Так, группа руководителей линейных предприятий тяги (ТЧЭ) насчитала 14 телеграмм из разных структур, которые они получают по вопросу работы в праздничные дни. Экспертами отмечено, связанное с этим, господство структуры над функциями (56 и 67 баллов соответственно).

Е) Бессубъектность – ситуация, когда от работников ничего не зависит 64 и 87 баллов соответственно). Широко представленная патология характеризует жесткую, централизованную систему управления. Особенно остро она проявляется на уровне линейного предприятия

в условиях постоянного потока новых управленческих решений и отсутствия ресурсов для их выполнения.

Ж) Демотивирующий стиль руководства – преобладание негативной оценки действий сотрудников, отсутствие поощрений (57 и 83 балла соответственно). Эксперты отметили не столько отсутствие поощрений, сколько преобладание негативной оценки со стороны вышестоящих руководителей. Мотивацию страхом отмечают руководители всех уровней. В основном пугает увольнение. Официальные данные закрыты. По информации экспертов региональных дирекций тяги и инфраструктуры, ежегодно обновляется до 25% руководителей линейных предприятий. В сочетании с «Разрывом между решением и исполнением» и «Бессубъектностью» данная патология сигнализирует о глубоких повреждениях системы управления в холдинге.

3. По четырем патологиям мнения экспертов разных уровней управления разошлись.

Так по патологии «Игнорирование организационного порядка – нарушение принятых норм и иерархии. Осуществление распоряжений из центра, минуя промежуточные уровни» балловые оценки 15 и 81 соответственно. В комментариях руководители линейных предприятий отметили не только то, что приходят распоряжения из разных структурных подразделений, но и их рассогласование. Особенно это относится к распоряжениям из управлений дорог (РЦКУ – региональные центры корпоративного управления) и дирекций. Поскольку региональные дирекции напрямую подчиняются центральным дирекциям, они не испытывают последствий двоевластия.

Патология «Стагнация – неспособность к изменениям, неумение их осуществлять» оценена в 23 и 54 балла соответственно. То, что система управления в холдинге нуждается в изменениях, признается большинством руководителей. Однако, различие состоит в том, что на уровне линейных предприятий эта патология проявляется более остро, поскольку неэффективное управление оказывает влияние на операционные процессы, от которых зависит бесперебойность и безопасность перевозки грузов и пассажиров.

Патология «Подавление развития функционированием – отсутствие стратегии» оценена в 34 и 57 баллов соответственно. Эксперты прокомментировали расхождение тем, что на уровне операционной деятельности происходят существенные трансформации, которые в меньшей степени затрагивают уровень региональных дирекций. На линейном уровне продолжается интенсивный вывод бизнес- процессов на аутсорсинг, сокращается численность персонала, остро ощущается дисбаланс между задачами и ресурсами, происходят слияния линейных предприятий и расширение зон обслуживания. При этом, линейные руководители не имеют ясного представления о целях этих процессов и перспективах деятельности своих предприятий.

Патология «Неуправляемость – потеря власти управляющего органа над подведомственными» оценена в 35 и 75 баллов соответственно. При этом эксперты отмечали, что потеря власти управляющего органа относится именно к РЦКУ. В ходе реформирования Управления дорог потеряли практически все рычаги координирования деятельности линейных предприятий. Вместо оперативного штаба управления они превратились в дополнительные контрольные органы.

Организационная диагностика ОАО «РЖД» выявила существенные проблемы в управлении холдингом. Их нельзя оставлять без внимания, поскольку мировая теория и практика менеджмента доказали, что игнорирование проблем управления приводит к разрушению организации.

Список литературы

1. Зенина Н.Н. Роль регламентов в модернизации транспортной компании // Модели государственного и корпоративного управления: традиции и перспективы: материалы VII Международной научно-практической конференции факультета государственного управления МГУ имени М. В. Ломоносова». М.: Издательство «Перо». 2018. Режим доступа https://drive.google.com/file/d/ 1Bs7p5XsHWF2G5VHKhNTliib9fj9s3g6w/view.

2. Зенина Н.Н. Методика оценки регламентов транспортной компании // Экономика железных дорог. 2017. № 11. С. 13–22.

3. Щербина В.В. Проблемы формирования и применения патодиагностического подхода в социологической диагностике организаций // Личность. Культура. Общество. 2009. Т. XI. № 3 (50). С. 246–259.

4. Саймон Г.А. Теория принятия решений в экономической теории и наука о поведении // Теория фирмы / Сост. и общ. ред. В. М. Гальперина. СПб: Экон. шк. и др., 1995.

5. Staniszkis J. Patologie struktur organizacyjnych. Wroclaw-Warszawa-Krakow, 1972.

6. Цветков А.Н. Организационная динамика бизнеса : учебное пособие. СПб: Изд-во СПбГЭУ. 2016.119 с.

7. Зенина Н.Н., Лопатин А.Н. Экспертные методы анализа институтов транспортной компании // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. 2017. № 8–5 (55). С. 16–21.

8. Пригожин А. И. Методы развития организаций. М.: МЦФЭР. 2003. 864 с.

9. БД АСПИЖТ. Электронный ресурс. Режим доступа: http://www.vniias.ru/pravovaya-baza-dannykh. Дата обращения 21.07.2018.

УДК 658.3

ФАКТОРЫ СНИЖЕНИЯ ТЕКУЧЕСТИ ПЕРСОНАЛА ЛИНЕЙНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ОАО «РЖД»

Зенина Надежда Николаевна *– кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента и управление персоналом организации*

Зенин Роман Евгеньевич *– аспирант кафедры менеджмента и управления персоналом организации*

ФГБОУ ВО Российский университет транспорта (МИИТ)

Аннотация. В статье рассмотрена методика факторного анализа деятельности линейного предприятия ОАО «РЖД». Подробно рассмотрены факторы текучести персонала на примере дистанции сигнализации, централизации и блокировки Московской железной дороги и разработке мероприятий по снижению их влияния.

Ключевые слова: ОАО «РЖД», текучесть кадров, программа развития линейного предприятия.

FACTORS REDUCING THE TURNOVER OF ENTERPRISES OF JSC "RZD»

Zenina Nadezhda N. – Ph.D., assistant professor of «Management and organization human resource management» department

Zenin Roman E. – post-graduate student of the Department "Management and personnel management of the organization"

Russian University of Transport (MIIT)

Abstract. The article deals with the method of factor analysis of the linear enterprise of JSC "Russian Railways". The factors of staff turnover on the example of signaling distance, centralization and blocking of the Moscow railway and the development of measures to reduce their impact are considered in detail.

Keywords: JSC "Russian Railways", staff turnover, the program of development of the linear enterprise.

В условиях ежегодного сокращения персонала линейных предприятий ОАО «РЖД» в рамках оптимизации деятельности для сохранения результативности операционных процессов особое значение имеет повышение качества человеческого ресурса организации. Эти вопросы мы рассматривали в [1, 2].

На примере дистанции сигнализации, централизации и блокировки ОАО «РЖД» (СЦБ) мы исследовали влияние текучести персонала на качество работы СЦБ, определяемое через число отказов устройств железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ).

Причинно-следственные связи в работе дистанции представлены на диаграмме Исикавы (рис.).

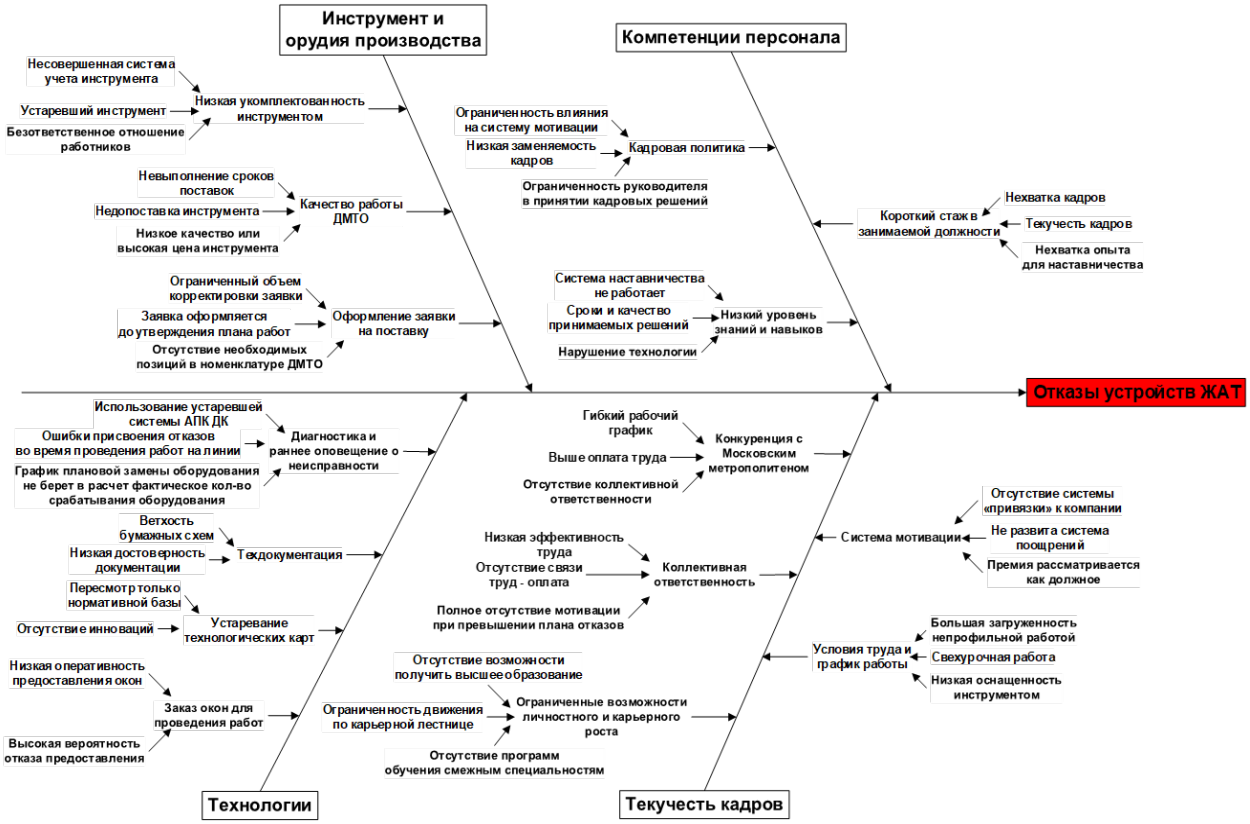


Рисунок – Причинно-следственные связи в работе дистанции СЦБ ОАО «РЖД» (диаграмма Исикавы)

На основе экспертного опроса каждый из фактор декомпозирован на составляющие элементы, что позволило сформировать комплекс мероприятий по снижению их влияния на результативность работы линейного предприятия. Экспертами являлись руководители дистанций СЦБ Московской железной дороги. Этим обусловлено влияние на текучесть кадров специфического регионального фактора конкуренции с Московским метрополитеном. В связи с вводом в эксплуатацию Московского центрального кольца в 2018 году текучесть персонала в данном линейном предприятии выросла с 8% (2017 год) до 12%. При этом, с производства уходили квалифицированные работники дефицитных категорий.

Доминирующими факторами отказов ЖАТ являются: текучесть кадров, технологии, компетенции персонала, инструмент и орудия труда.

Эксперты основными факторами текучести кадров определили:

1. Ограниченные возможности личного и карьерного роста.
2. Условия труда и график работы.
3. Отсутствие гибкой системы мотивации.
4. Система коллективной ответственности за результаты деятельности предприятия.
5. Конкуренция с Московским метрополитеном.

В таблице представлены результаты декомпозиции факторов текучести кадров и разработке мероприятий по снижению их влияния.

Таблица – Результаты декомпозиции факторов текучести кадров СЦБ ОАО «РЖД» и разработке мероприятий по снижению их влияния

Фактор текучести кадров	Декомпозиция фактора текучести кадров	Мероприятия по снижению влияния фактора
1. Ограниченные возможности личного и карьерного роста	Отсутствие возможности получения высшего образования для линейного персонала.	1. Разработка программ по получению высшего образования и повышения квалификации в профильных ВУЗах. 2. Разработка системы поощрений для линейного персонала с высшим образованием. 3. Пересмотр трудовых договоров, добавление положений о повышении должности «по выслуге лет». 4. Развитие программ по обучению смежным специальностям. Выгодно не только сотруднику в качестве личностного роста, но и линейному предприятию.
	Ограниченность движения по карьерной лестнице, особенно для линейного персонала.	
	Отсутствует программа по обучению специалистов смежным специальностям.	
2. Условия труда и график работы	Напряженный график работы: работа в выходные дни и постоянные переработки	1. Совершенствование планирования работ; 2. Актуализация трудовых норм путем фотографирования рабочего дня. 3. Разработка стандартов деятельности на основе автоматизации рабочих процессов 4. Разработка индивидуального гибкого графика работы
3. Отсутствие гибкой системы мотивации	Статичная система мотивации заработная плата – премия не имеет должного воздействия на инициативность сотрудников.	Проведение разъяснительной работы с персоналом. 2. Пересмотр трудовых договоров, добавление положений о повышении оклада и/или должности «по выслуге лет» 3. Публичное поощрение по результатам работы. 4. Нематериальное поощрение в соответствии с личными предпочтениями. 5. Обучение сотрудников в ВУЗах, смежным специальностям за счет работодателя с условием отработки определенного срока с заданными показателями. 6. Предоставление возможности оформления ипотеки с частичным внесением первоначального платежа работодателем при условии отработки определенного срока.
	Премия рассматривается сотрудниками как должное. Лишение премии расценивается как уменьшение оплаты труда и приводит к снижению эффективности.	
	Не развита система индивидуальных материальных/нематериальных поощрений по итогам личных достижений.	
	Отсутствует система «привязки» сотрудников к компании.	
4. Система коллективной ответственности за результаты деятельности предприятия	Один из основных факторов увольнения сотрудников: отсутствует связь ответственность – наказание	1. Пересмотр положения о премировании и системы коллективной ответственности. 2. Обеспечить прямую взаимосвязь «качество труда – оплата» отдельных сотрудников за счет введения оплаты по КПИ.
	Полное отсутствие мотивации и саботаж работы во всех цехах после превышения плана отказов в рамках участка. Создание конфликтных ситуаций между цехами и отдельными работниками.	
	Низкая эффективность труда. Отсутствует	

Фактор текучести кадров	Декомпозиция фактора текучести кадров	Мероприятия по снижению влияния фактора
	мотивация работать лучше, т.к. система поощрений не развита, а вероятность наказания по чужой вине велика.	
	Отсутствие прямой связи «качество труда – оплата». От индивидуальных достижений сотрудника не зависит его поощрение.	
5. Конкуренция с Московским метрополитеном	Основное место ухода кадрового состава ШЧ. До 70% сотрудников трудоустраиваются в Московском метрополитене.	1. Проведение мероприятий по выявлению потребностей в материальной/ нематериальной мотивации сотрудников на основе методики Ш.Ричи и П.Мартина, В.Гречикова. 2. Пересмотр положения о премировании и корректировка коллективной ответственности. 3. Разработка системы премирования сотрудников на основе личных достижений 4. Проведение опросов сотрудников, для выявления потребностей в изменении рабочего графика. 5. Разработка системы планирования работ на основе индивидуального подхода к потребностям сотрудников
	Более высокая оплата труда. Оплата труда в среднем на 20% выше. Является основным фактором увольнения.	
	Отсутствие коллективной ответственности. Оплата труда работника полностью зависит от личных результатов.	
	Гибкий рабочий график, основанный на общем количестве рабочих часов в неделю.	

Разработка комплекса мероприятий на основании факторного анализа позволяет учитывать характеристики конкретного линейного предприятия и разрабатывать актуальные программы развития.

Список литературы

1. Зенина Н.Н. Разработка карт потока создания ценности для совершенствования бизнес- процессов ОАО "РЖД" // Транспортные системы: тенденции развития: материалы Международной научно-практической конференции. Под общей редакцией Б.А. Лёвина. 2016. С. 144–147.

2. Зенина Н.Н. Социальные факторы модернизации и обучающие программы // Мир транспорта. 2016. Т. 14. № 6 (67). С. 222–231.

УДК 658.3

КОЛЛЕГИАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА В УПРАВЛЕНИИ ПРЕДПРИЯТИЕМ, В РАЗРАБОТКЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ, В ОБУЧЕНИИ

Красицкая Людмила Михайловна *– кандидат технических наук, доцент кафедры автоматизированных систем упрвления Института управления и информационных технологий*

ФГБОУ ВО Российский университет транспорта (МИИТ)

Аннотация. В работе рассматриваются коллегиальные методы принятия решений, применяемые в научной, производственной и образовательной сфере. Приводятся причины использования и развития коллегиальных методов принятия решений в современном мире. Подчёркивается, что коллективный разум и системный анализ проблемы, достигаемый

консолидацией знаний, минимизируют многочисленные риски, при принятии ошибочного решения. Формулируются компетенции, приобретаемые студентами при использовании деловых игр на базе коллегиальных методов принятия решений в учебном процессе.

Ключевые слова: коллегиальные методы принятия решений в науке, производстве, обучении,компетенции, развиваемые у студентов при участии в деловых играх с использованием коллегиальных методов принятия решений.

COLLEGIAL METHODS IN FORECASTING SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL PROGRESS IN ENTERPRISE MANAGEMENT AND DEVELOPMENT OF AUTOMATED MANAGEMENT SYSTEMS OF THE ENTERPRISE

Krasitskaya Lyudmila M. – Candidate of Technical Sciences, associate Professor, Ph. D. ASU Department IUIT

Russian University of Transport (MIIT)

Abstract.The paper deals with collegial decision-making methods used in the scientific, industrial and educational spheres. The reasons for the use and development of collegial methods of decision-making in the modern world are given. It is emphasized that the collective intelligence and the system analysis of the problem achieved by the consolidation of knowledge minimize the numerous risks when making a wrong decision. The author formulates the competencies acquired by students when using business games on the basis of collegial decision-making methods in the educational process.

Keywords: collegial decision-making methods in science, production, training. Competencies developed by students participating in business games using collegial decision-making methods.

Принятие решения – ключевой элемент процесса управления. Причиной принятия решения является отклонения от цели лица принимающего решение, а основой для принятия решения – информация.

Двадцатый век характеризовался как век научно технического прогресса и информатики. Сложность процесса управления достигла такого масштаба, что ответственность за принятие решения лежит в области возможных огромных финансовых, социальных, жизненных потерь. В силу этого в середине двадцатого века начинают бурно развиваться коллегиальные методы управления, направленные на консолидацию группового разума, учитывающего возможно больше различных взаимосвязанных характеристик объекта управления и внешней среды. Начало развития коллегиальных методов можно отнести к экспертным оценкам, применяемым в изыскательном прогнозировании. Изыскательное прогнозирование присуще области академической науки, где научная мысль может развиваться в любом направлении, инициируя новые области исследования и научных открытий. Наиболее известный метод экспертных оценок – это метод Дельфи.

Метод Дельфи разрабатывался в 50-60-е годы XX века в США. Основной его задачей было прогнозирование воздействия научных разработок будущего на методы ведения военных действий. Разрабатывался метод американским стратегическим исследовательским центром «RAND», а его авторами принято считать Олафа Хэлмера, Нормана Дэлки и Николаса Решера. Название произошло от имени Дельфийского Оракула.

Каноническая схема метода требует наличия двух групп участников: аналитиков и экспертов. Аналитики готовят процесс экспертных оценок и анализируют результаты ответов экспертов. Эксперты – известные в своей области учёные и специалисты, отвечают на вопросы аналитиков отдельно от других экспертов и аналитиков с целью формулирования полностью независимого ответа. Процесс проходит в несколько этапов, в результате которых вопросы всё более усложняются и конкретизируются. Ответы, сильно отличающиеся от суммарного мнения экспертов, направляются авторам для письменной аргументации мнения. Заканчивается метод аналитиками, которые формируют прогноз развития исследуемой

области знаний, на основе коллегиальных экспертных оценок. Данный метод востребован как в среде академической науки, так и в прикладных областях, таких как крупные аналитические центры, научно-технические предприятия, крупные фирмы, изучаются в учебном процессе. Схема метода варьируется в зависимости от цели исследования.

В середине двадцатого века, когда все ведущие страны мира перешли к плановой модели управления экономикой, а задачи научно-технического прогресса стали настолько объёмными, что перестали вмещаться в плановые временные рамки, начало бурно развиваться нормативное прогнозирование и коллегиальные методы принятия решений в области нормативного планирования. Целью объединения коллективного разума явилась необходимость в определении научных, временных и материальных ресурсах для достижения поставленных целей. Так в шестидесятых годах прошлого века фирмой космических исследования США ХОНИУЭЛ была разработана схема ПАТТЕРН, позволяющая, консолидированной группе экспертов в различных областях знаний перейти от слабоизученной проблемы к множеству вся более и более знакомым и изученным целям методом разбиения [1, 2].

В семидесятых годах прошлого века подобная схема была востребована многими ведущими институтами мира, занимавшимися разработкой крупных программ. Особенно это коснулось космической, химической, металлургической областей.

Нормативное прогнозирование направлено на решение конкретной проблемы. Коллегиальное обсуждение направлено на всесторонний учёт свойств объекта проблемы и свойств многообразной внешней среды. Наиболее важной стороной обсуждения в нормативном прогнозировании является системность, призванная не упустить из виду ни одного фактора, влияющего на достижения поставленной цели или решения проблемы. Каноническая схема метода подробно описана в [3].

Широкое применение методов нормативного программирования определило социальный заказ на включение коллегиальных методов в программу обучения при подготовке и переподготовки ведущих специалистов и руководителей предприятий различных отраслей промышленности в восьмидесятых годах прошлого столетия.

Изучение методов коллегиального принятия решения и приобретение опыта использования их в процессе деловых игр, позволило ведущим руководителям и специалистам в процессе проведения деловых игр, понять и применять на практике процедуру коллегиального принятия решения. Положительными результатами таких занятий для руководящего состава крупных предприятий явилось:

− возможность обсуждения и решения в рамках деловых игр схожих проблем науки, техники, технологии, организации управления для решения проблем отрасли;

− приобретения навыка обсуждения и отстаивания своего мнения среди равных по статусу и компетентности руководителей и специалистов отрасли;

− приобретение навыков выдвигать и отстаивать свои идеи в процессе участия в деловых играх;

− желание активизировать сотрудников своего предприятия на решение рабочих проблем с выявлением новых идей и работников предприятия, способных выдвигать идеи;

− заказывать на периодической основе проведение консалтинговых групп на предприятии с целью: решения конкретных проблем предприятия ведущими специалистами и активными молодыми кадрами, участвующими в проведении деловых игр в разных схемах проведения деловых игр, в результате чего: выбирается весь спектр возможных решений на текущий момент; выявляются специалисты и молодёжь, способная инициировать идеи, поддерживать и развивать идеи, руководить коллегиальным обсуждением, умеющим слушать и слышать интересные суждения неактивных участников (слабые сигналы) и выявляются новые лидеры среди специалистов и молодёжи, способные возглавить реализацию новых идей на предприятии.

Различные схемы проведения коллегиальных деловых игр описаны в [2, 4].

Разработка внедрение и обучение в рамках создания автоматизированных систем управления (АСУ) предприятия предполагает необходимость применения коллегиальных методов принятия решений для выработки наиболее целесообразного для данного предпри-

ятия метода автоматизации. Это же касается и определения целей и задач руководителя предприятия для использования известных или эксклюзивных систем поддержки принятия решения с использованием аналитической информации, собираемой и анализируемой в процессе разработки, внедрения и развития АСУ.

Студентам, обучающимся по кафедре АСУ МИИТ предлагается комплекс обучающих деловых игр, направленных на коллегиальное принятие решений от анализа организации до выбора схемы автоматизации.

Деловые игры, предлагаемые студентам с применением коллегиальных методов ПР, призваны сформировать у студентов следующие компетенции:

1. Умение видеть проблему во всем многообразии
2. Умение работать в коллективе;
3. Умение инициировать идеи;
4. Умение поддерживать и развивать идеи;
5. Умение организовывать коллегиальную работу;
6. Умение слушать и слышать собеседников;
7. Умение представлять результаты коллегиального обсуждения в открытой дискуссии;
8. Умение критически анализировать доклад смежной подгруппы с выявлением положительных моментов работы группы соперников и выдавать рекомендации по улучшению решения группы соперников;
9. Умение оформлять результаты коллегиального обсуждения;
10. Умение применить опыт, полученный при коллегиальном процессе решения проблемы в плоскость индивидуального задания;
11. Умения повторить все процессы создания, развития и автоматизации предприятия в самостоятельной работе, а в последующем в своей профессиональной деятельности;
12. Умение использовать данную методику в решении различных проблем во всех сферах жизни.

Список литературы

1. Красицкая Л.М. Исследование внешней и внутренней среды предприятия в целях его развития и информатизации: Учебное пособие. М.: МИИТ, 2014. 240 с.
2. Косов Е.В., Красицкая Л.М., Москинова Г.И. Деловые игры по курсу управления. Методическая разработка. М.: МИПК Минхимпрома СССР, 1990. 64 с.
3. Организация и управление развитием малых предприятий: ИПН РАН / Н.И.Комков, В.В.Кульба, П.В. Красицкий, Л.М. Красицкая и др. / Под ред. Н.П. Иващенко. М.:МАКС Пресс. 2007. 512 с. ISBN 978-5-317-02138-2.
4. Мамиконов А.Г. Проектирование АСУ. – М.: Высшая школа, 1987. 304 с.

УДК 656.257

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Черных Андрей Климентьевич *– доцент, доктор технических наук, профессор кафедры переподготовки и повышения квалификации специалистов*
ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России
Мирошник Александр Анатольевич *– адъюнкт*
ФГКВОУ ВО Военная академия материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В. Хрулёва

Аннотация. В работе предложены частные модели, реализующие прогнозирование (планирование) процесса организации подвоза материальных средств, математические постановки которых позволяют организовать моделирование посуточного предполагаемого подвоза строительно-восстановительных материалов и конструкций на железнодорожные объекты, на которых предполагается (осуществляется) проведение восстановительных работ.

Ключевые слова: материальные средства, строительно-восстановительные материалы и конструкции, автомобильный транспорт, модель прогноза подвоза, объем подвоза, потребность в подвозе, моделирование подвоза, грузоподъемность автомобильного транспорта.

MATHEMATICAL MODEL OF THE DISTRIBUTION OF ROAD TRANSPORT IN THE RESTORATION OF RAILWAYS

Chernykh Andrey K. – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of retraining and advanced training of specialists
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia
Miroshnik Alexandr Anatolevich – graduate student
Military Academy for Logistics General of the Army A.V. Khrulev

Abstract. The paper proposes private models that implement the forecasting (planning) of the process of organization of the supply of material resources, mathematical statements which allow to organize the modeling of the daily expected supply of construction and restoration materials and structures to the railway facilities, which are supposed (carried out) the restoration work.

Keywords: material means, construction and restoration materials and constructions, motor transport, model of the forecast of a supply, volume of a supply, need for a supply, modeling of a supply, loading capacity of motor transport.

Основой обеспечения частей Железнодорожных войск материальными средствами является их подвоз при комплексном использовании различных видов транспорта. Подвоз является одной из главных задач материального обеспечения. Он включает определение сроков перевозки, номенклатуры, количества, мест погрузки и выгрузки перевозимых материальных средств, выбор способа и маршрутов перевозки, выделение необходимого транспорта.

Организация подвоза материальных средств заключается в закреплении поставщиков за потребителями, в определении объема подвоза и потребности в транспорте, в обосновании задач частям (подразделениям) по подвозу. В первую очередь подвозятся строительно-восстановительные материалы и конструкции (СВМ и К) [1, 2]. В состав предлагаемой комплексной модели прогнозирования (планирования) процесса организации подвоза СВМ и К

входят следующие частные модели, которые реализуются в последовательности, представленной на рисунке.

Рисунок – Модели процесса планирования организации подвоза СВМ и К

Приведенные на рисунке модели, часть математических постановок которых представлена в таблице, позволяют организовать моделирование посуточного подвоза СВМ и К на объекты, которые планируется (необходимо) восстановить.

Таблица – Постановки моделей процесса планирования организации подвоза

№ п/п	Постановка модели	Состав информации модели
1	Модель прикрепления объектов на обеспечение m-м видом СВМ и К: $$\sum_{i \in I_m} \sum_{j \in J_m} C_{ij}^d \cdot x_{ijm}^d \to max$$ при ограничениях $$\sum_{i \in I_m} x_{ijm}^d \le PP_{jm}^d \quad \forall j \in J_m,$$ $$\sum_{i \in I_m} x_{ijm}^d \le N_{im}^{d,m,m} \quad \forall i \in I_m,$$ $$0 \le x_{ijm}^d \le u_{ij}^d \quad \forall i \in I_m, \forall j \in J_m.$$	- $I_m = \{1,2,...I_m\}$ - множество поставщиков m-го вида СВМ и К; - $J_m = \{1,2,...J_m\}$ - множество потребителей m-го вида СВМ и К; - C_{ij}^d - приоритет маршрута M_{ij}^*, число; - x_{ijm}^d - грузопоток (запланированный объем подвоза) m-го вида м.с. на маршруте подвоза M_{ij}^* в *d*-е сутки периода, т; - PP_{jm}^d - потребность в подвозе *m*-го вида СВМ и К *j*-го потребителя в *d*-е сутки периода, т; - $N_{im}^{d,m,m}$ - текущее значение наличия m-го вида СВМ и К у *i*-го поставщика в *d*-е сутки операции, т; - u_{ij}^d - пропускная способность маршрута M_{ij}^* в *d*-е сутки периода, автомобилей/сутки.
2	Модель распределения автотранспорта подвоза между потребителями СВМ и К: $$\sum_{j \in J_{cx}} C_j^d \frac{(PG_j^d + KS_j^d)}{(x_j^d + KS_j^d)} \to min$$	- $J_{cx} = \{1,2,...\lvert J_m \rvert\}$-множество потребителей, для которых в *d*-е сутки периода запланирована подача СВМ и К; - C_j^d - динамичный приоритет *j*-го потребителя к началу *d*-х суток периода, число;

№ п/п	Постановка модели	Состав информации модели
	при ограничениях $\sum_{j \in J_{cx}} x_j^d = RES^d,$ $\sum_{j \in J_{cx}} PG_j^d > RES^d,$ $KS_j^d \le x_j^d \le PG_j^d \quad \forall j \in J_{cx},$ x_j^d – целое $\forall j \in J_{cx}.$	- PG_j^d - грузоподъемность автотранспорта, необходимая для подвоза *j*-у потребителю запланированных к подаче в d-е сутки периода СВМ и К, автомобили; - KS_j^d - количество АТ *j*-го потребителя, которые можно привлекать в d-е сутки периода к подвозу СВМ и К «на себя», автомобили; - x_j^d - грузоподъемность АТ, выделяемая для подвоза СВМ и К в *d*-е сутки периода в интересах *j*-го потребителя, автомобили; - RES^d - ресурс автотранспорта подвоза, используемого для подвоза СВМ и К в *d*-е сутки периода, автомобили.

Так в этих моделях учитываются такие важные факторы как:

− пропускные способности маршрутов перевозок СВМ и К, в каждые сутки подготовки к ликвидации (проведения ликвидации) последствий чрезвычайной ситуации (ЧС);

− динамика прибытия к прогнозируемым для восстановления (восстанавливаемым) объектам, сил и средств материально-технического обеспечения, в том числе и автотранспорта подвоза; оперативная обстановка, которая может сложиться на сети автомобильных дорог в результате прогнозирования (возникновения) ЧС;

− текущие значения наличия СВМ и К: на железнодорожных объектах; на складах, базах и предприятиях промышленности (в дальнейшем-поставщики); динамические (по суткам периода) приоритеты потребителей, материальных средств и маршрутов подвоза в каждые сутки прогнозирования ликвидации (ликвидации) последствий ЧС [3].

Для подвоза СВМ и К моделируется привлечение автомобильного транспорта (АТ) в составе подразделебний АТ и отдельных автомобилей [4, 5].

Результатом последовательной реализации, представленных в таблице моделей, является закрепление в d-е сутки подготовки к ликвидации (ликвидации) последствий ЧС (в дальнейшем – периода) каждого k-го автомобильного подразделения за маршрутом от i-го поставщика до j-го потребителя, т.е. $z_{ijk}^d = 1$, что является основой имитационной модели функционирования автотранспорта подвоза (МФАП) при подвозе строительно-восстановительных материалов и конструкций.

Прежде, чем приступить к описанию данной модели для определенного периода, необходимо привести вспомогательную модель, лежащую в ее основе.

В модели определяем для указанного *k*-го АТ, выполняющего подвоз СВМ и К на маршруте – M_{ij}^*, объемы видов СВМ и К, выделяемые на *i*-м поставщике для загрузки этого АТ. В дальнейшем для краткости будем называть ее модель использования грузоподъемности автотранспорта (МИГА).

Определим в *d*-е сутки периода грузоподъемности *k*-го АТ, выделяемые под загрузку каждого *m*-го вида СВМ и К на *i*-м поставщике:

$$\sum_{m \in M_i} C_{ijm}^d \frac{PG_{ijm}^d}{Y_{ijmk}^d} \to min, \tag{1}$$

при ограничениях:

$$\sum_{m \in M_i} Y_{ijmk}^d = KM^k, \quad (2)$$

$$\sum_{m \in M_i} PG_{ijm}^d > KM^k, \quad (3)$$

$$0 \le Y_{ijmk}^d \le PG_{ijm}^d \text{ для } \forall\ m \in M_i, \quad (4)$$

$$Y_{ijmk}^d - \text{целое, для } \forall\ m \in M_i, \quad (5)$$

где $C_{ijm}^d = x_{ijm}^d$ – приоритет m-го вида СВМ и К на маршруте M_{ij}^* в d-е сутки периода, число; x_{ijm}^d – объем m-го вида СВМ и К, запланированный к подаче по маршруту M_{ij}^* в d-е сутки периода (см. модель 1 таблицы 1); M_i – множество видов СВМ и К у поставщиков для каждого m-го из которых $x_{ijm}^d > 0$; PG_{ijm}^d – грузоподъемность автотранспорта, необходимая для подачи по маршруту M_{ij}^* m-го вида СВМ и К в количестве x_{ijm}^d тонн, (в автомобилях), которая рассчитывается по формуле:

$$PG_{ijm}^d = [(PG_{ijm}^d \cdot KIG_m)/G_m] \quad (6)$$

где G_m – грузоподъемность расчетного автомобиля, т; KM^k – количество автомобилей в k-м подразделении, штук; KIG_m – коэффициент использования грузоподъемности для m-го вида СВМ и К; Y_{ijmk}^d – грузоподъемность k-го подразделения, выделяемая в d-е сутки периода для подвоза m-го вида СВМ и К по маршруту M_{ij}^*, автомобили.

На основе рассчитанных значений Y_{ijmk}^d легко определяются для $\forall\ m \in M_i$ предполагаемые объемы подвоза видов СВМ и К k-м подразделением j-му потребителю в d-е сутки периода – $V_{ijmk}^d = Y_{ijmk}^d \cdot KIG_m$. Заметим также, что перед проведением расчетов МИГА для следующего подразделения необходимо осуществить корректировку $x_{ijmk}^d := x_{ijmk}^d - V_{ijmk}^d \quad \forall\ m \in M_i$.

В качестве вывода отметим, что расчеты, проводимые в рамках представленных частных моделей, позволяют в максимально возможной степени удовлетворять потребности в подвозе СВМ и К в d-е сутки периода наиболее приоритетных потребителей СВМ и К (железнодорожных объектов восстановления) в установленные сроки.

Список литературы

1. «Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года», утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 июня 2008 г. № 877-р.

2. Ложечников Г.А., Низов А.С., Попов Д.И. Организация восстановления железных дорог: учебник. СПб: ВА МТО. 2014. 302 с.

3. Маслаков М.Д., Черных А.К. Об оценке срока выполнения одного класса комплексных работ на связных множествах объектов на основе математического моделирования // Научно-аналитический журнал «Проблемы управления рисками в техносфере». 2014. № 1 (29). С. 73–80.

4. Мирошник А.А. К вопросу определения множества допустимых решений при моделировании системы МТО Железнодорожных войск / А.А. Мирошник // Сборник научных статей по материалам Межведомственной научно-теоретической конференции. Часть 3. СПб: ВА МТО. 2017. С. 239–241.

5. Черных А.К. Теоретические положения концепции моделирования системы восстановления железных дорог в условиях чрезвычайных ситуаций // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2015: материалы Международной научно-практической конференции. СПб.: ИПТ РАН. 2015. С. 99–103.

УДК 355/359 – 004, 004.89

СПОСОБЫ СООРУЖЕНИЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕСТНЫХ СЛАБЫХ ГРУНТОВ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ПРИКРЫТИИ И ВОССТАНОВЛЕНИИ ОБЪЕКТОВ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Миронович Олег Михайлович *– кандидат военных наук, доцент, старший научный сотрудник 25 научно-исследовательского отдела исследований проблем применения железнодорожных войск*

Каминнык Олег Александрович *– оператор научной роты ВА МТО 25 научно-исследовательского отдела исследований проблем применения железнодорожных войск*

Клименко Александр Александрович *– оператор научной роты ВА МТО 25 научно-исследовательского отдела исследований проблем применения железнодорожных войск*

Научно-исследовательский институт военно-системных исследований МТО ВСРФ
ФГКВОУ ВО Военная академия материально-технического обеспечения
имени генерала армии А. В. Хрулева

Аннотация. В рамках данной статьи рассматривается возможность использования слабых грунтов при сооружении земляного полотна в насыпях железных дорог на обходах наиболее важных объектов железных дорог, или при ведении восстановительных работ силами железнодорожных войск. Подготовка к использованию в насыпях железной дороги местных слабых грунтов, в частности тяжелых глин, обеспечивается добавлением в них 3% цемента марки М400 (по массе) и 10% пылеватого песка (по массе).

Ключевые слова: слабые грунты, земляное полотно, набухание грунтов.

METHODS STRUCTURES ROADBED USING LOCAL SOFT SOIL WITH TECHNICAL SHELTERS AND RESTORING RAILWAYS OBJECTS

Mironovich Oleg M. – senior researcher 25 scientific and research department research on the use of railway troops

Kaminnyk Oleg Al. – operator 10th scientific company MAL 25 scientific and research department research on the use of railway troops

Klimenko Aleksandr Al. – operator 10th scientific company MAL 25 scientific and research department research on the use of railway troops

Scientific and research institute of Military-System Studies Logistics AFRF of Military Academy for Logistics General of the Army A. V. Khrulev

Abstract. Within the framework of this article, the possibility of using weak soils in the construction of a road bed in railway embankments on roundabouts of the most important railway facilities or when carrying out restoration work by railway forces is considered. Preparing for use in

the embankments of the railway local weak soils, in particular heavy clay, is provided by adding 3% of cement grade M400 (by weight) and 10% of silty sand (by weight).
Keywords: weak soils, roadbed, swelling soils.

Железнодорожные войска в военное время, наряду с другими задачами, имеют задачи по техническому прикрытию порученных им наиболее важных железнодорожных объектов (мостов, железнодорожных узлов, станций и др.), а также задачи по восстановлению разрушенных противником объектов инфраструктуры железных дорог, в том числе и участков железных дорог на перегонах. Эти работы выполняются в крайне сжатые сроки с целью восстановления движения воинских эшелонов в интересах группировки войск (сил) по железным дорогам с заданной пропускной способностью. При строительстве обходов для объектов технического прикрытия и восстановления, подходов к водным преградам в местах наведения наплавных мостов или понтонных переправ, строительства мостовых переходов на новой оси, а также при восстановлении железнодорожных участков со всей инфраструктурой, земляные работы являются важной частью общего комплекса выполняемых работ, определяющей сроки развёртывания работ по укладке пути на обходах и участках с разрушенным земляным полотном и могут лимитировать общие сроки восстановления всего участка.

Согласно нормативным документам, предъявляющим набор требований к грунтам в строительстве, при сооружении насыпи земляного полотна железных дорог допускается использовать все грунты, состояние которых под воздействием природных факторов практически не изменяется или изменяется незначительно. Эти изменения не должны оказывать какого-либо влияния на прочность и устойчивость земляного полотна в процессе эксплуатации железной дороги.

В свою очередь, применение неподготовленных слабых местных грунтов в теле земляного полотна ведет к появлению в ходе эксплуатации остаточных деформаций, приводящих к необходимости ограничения скоростей движения, необходимости проведения дополнительных не регламентированных работ по обслуживанию железнодорожного пути и, как следствие, к росту затрат на его содержание и ремонт. Это особенно недопустимо в условиях жесткого лимита времени и ресурсов в военный период.

Железнодорожными войсками земляные работы на указанных выше объектах могут выполняться в различных условиях, в том числе физико-географических. Не исключены ситуации, когда требования основных нормативных документов по используемым в теле земляного полотна железной дороги грунтам не могут быть выполнены по следующим причинам:

– выявление в процессе инженерно-геологических изысканий отсутствия доступных залежей необходимых грунтов в районе выполнения войсками задач;

– отсутствие возможности заготовки требуемых грунтов на местности при разборе имеющихся редко используемых железных дорог, или других промышленных сооружений (бъектов);

– нецелесообразность использования привозных грунтов ввиду значительной удаленности от объектов работ источников их получения (карьеров, складов и др.), или отсутствия требуемого количества технических средств их доставки в условиях строго ограниченных сроков выполнения работ.

Отсутствие, или недостаточность качественных местных строительных материалов, сложность и затратность по времени и ресурсам их доставки вынуждает применение методов использования непригодных для строительства грунтов, за счет изменения их физико-механических характеристик.

Существует несколько основных известных специальных способов укрепления слабых грунтов земляного полотна:

– силикатизация;
– клинкеризация;
– электрохимическое закрепление;
– использование геобоксов (геомодулей).

Силикатизация грунтов основана на химическом взаимодействии жидкого стекла и раствора хлористого кальция, нагнетаемых в грунт поочередно. Искусственное окаменение грунта, достигаемое этим способом, обеспечивает его водонепроницаемость и повышение несущей способности.

Клинкеризация – термическая обработка укрепляемого грунта, заключающаяся в обжиге глин и тяжелых суглинков. При обжиге грунт обезвоживается, теряет способность впитывать воду, и приобретает повышенные прочностные характеристики.

Электрохимический способ укрепления грунтов заключается в пропуске через грунт постоянного электрического тока через забитые в грунт электроды. При этом способе происходит осушение грунтов и изменение их физических свойств – повышение коэффициента трения, увеличение удельного сцепления и сопротивления размокаемости.

Геобокс (геомодуль) применяется для обеспечения необходимой несущей способности при формировании грунтовых оснований. Представляет собой заполняемую грунтом конструкцию из сшитых между собой лент из технической ткани.

Все перечисленные способы дорогостоящие и требуют использование специальных оборудования, приспособлений и материалов.

Кроме этих способов возможность использования слабых местных грунтов, в частности жирных (тяжелых) глин, в качестве материала для отсыпки земляного полотна доказана группой сотрудников Петербургского государственного университета путей сообщения под руководством заведующего кафедрой «Строительство дорог транспортного комплекса» доцента Колоса А.Ф.

«Жирные глины» – технический термин для высокопластичных глин. Они достаточно широко распространены в России. В дорожном строительстве под «жирными глинами» понимают глины с числом пластичности свыше 27, геологи называют такие глины «тяжелыми» (табл. 1).

Таблица 1 – Характеристика глин по числу пластичности по ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация

Глина	Показатель пластичности IP, %	Содержание песчаных частиц (2 – 0,05 мм), % по массе
легкая песчанистая	17≤ Ip <27	≥ 40
легкая пылеватая	17≤ Ip <27	< 40
тяжелая	*Ip ≥ 27*	не регламентируется

Лабораторные исследования жирных глин показали, что в условиях водонасыщения происходит повышение их влажности, проявляется явление набухания, в силу чего, происходит их разуплотнение – снижается плотность скелета (плотность сухого грунта), повышается пористость. Принципиальной особенностью данных грунтов является значительное понижение их прочностных свойств при водонасыщении [1–4].

Набухание – это свойство грунтов увеличиваться в объёме при их замачивании и уменьшаться при высыхании (усадка). По сути, набухающие глины – это грунты, которые меняют свои свойства и характеристики при циклах увлажнения-высыхания. Степень набухаемости зависит от минералогического и гранулометрического состава глинистых грунтов, их природной влажности и содержания мельчайших глинистых фракций.

Исследовательской группой было обосновано и проведено несколько экспериментов. Первый заключался в укреплении грунта добавкой пылеватого песка в количестве 10% по массе, данное решение позволило снизить липкость грунта, тем самым уменьшить при уплотнении возможность налипания глины на валец грунтоуплотняющей машины. Второй заключался в укреплении грунта добавкой цемента М400 в количестве 3% по массе. Это позволило заметно увеличить прочностные свойства грунта, такие как удельное сцепление и угол внутреннего трения.

По результатам экспериментов исследователи пришли к выводу, что наиболее приемлемым методом улучшения физико-механических свойств является метод, при котором минимизируется деформация при набухании грунтов. В соответствии с требованиями СП 32-104-98 в теле земляного полотна рекомендуется применять ненабухающие грунты, т.е. те грунты, у которых показатель относительной деформации свободного набухания не превышает 0,04 по ГОСТ 25100-2011 [5]. Достижение этого показателя наблюдается у грунтов, укрепленных добавками пылеватого песка в количестве 10 % по массе с одновременным добавлением к смеси 3% по массе цемента марки М400. Кроме этого, добавка 10 % пылеватого песка по массе снижает пластичность глины, уменьшает ее липкость, что минимизирует возможность налипания грунта на валец грунтоуплотняющей машины.

Основными показателями, обеспечивающими прочность и устойчивость земляного полотна, являются прочностные свойства грунтов: удельное сцепление и угол внутреннего трения, которые должны сохраняться под воздействием неблагоприятных факторов, в частности повышенной влажности.

В качестве подтверждения данного вывода в таблице 2 приведены значения сопротивления сдвигу укрепленных грунтов под вертикальной нагрузкой 15 кПа, что соответствует их залеганию в конструкции земляного полотна под защитным слоем из дренирующих грунтов на глубине 0,8 м от уровня основной площадки [6–8].

Таблица 2 – Сопротивление грунтов сдвигу при нормальной нагрузке 15 кПа

Метод укрепления	Значение сопротивления грунтов сдвигу, τ, кПа
Неукрепленный грунт	23,4
Грунт укрепленный добавкой пылеватого песка в количестве 10% по массе	38,1
Грунт укрепленный добавкой цемента М400 в количестве 3% по массе	88,9
Грунт укрепленный добавками пылеватого песка в количестве 10% по массе и цемента М400 в количестве 3%	92,4

При разработке рецептуры укрепления слабых грунтов, а именно тяжелых глин, были учтены следующие требования:

– максимальное использование местных грунтов;

– выбор укрепляющих материалов исключительно отечественного производства;

– совместимость используемых материалов;

– использование в качестве добавок строительных материалов и грунтов, не оказывающих отрицательное влияние на экологию на экологическую обстановку региона;

– неагрессивность получаемого материала по отношению к бетонным; железобетонным и металлическим конструкциям, алюминиевым и свинцовым оболочкам кабеля;

– минимальная себестоимость, используемых добавок.

Рассматриваемый метод не может быть панацеей, т.к. предполагает высокие финансовые затраты, однако он может обеспечить выполнение поставленных перед железнодорожными войсками задач в установленные сроки, в случае нехватки качественных местных строительных материалов, при ограниченных объёмах работ и при наличии достаточного запаса цемента. В любом случае использование данного метода требует экономического и оперативного обоснования.

Список литературы

1. Прокудин И.В. Организация строительства и реконструкции железных дорог: учебное пособие для вузов ж.д. транспорта / И.В. Прокудин, И.В. Спиридонов, И.А. Грачев, А.Ф. Колос М: Маршрут. 2008. 736 с.

2. СП 32-104-98 Проектирование земляного полотна железных дорог колеи 1520 мм – Введ:1998-09-08. М: Госстрой России. 1999. 90 с.

3. СП 119.13330.2012 Железные дороги колеи 1520 мм. Актуализированная редакция СНиП 32-01-95 – Введ.2013-01-01. М: Минрегион России. 2012. 51с

4. Турбин И.В. Изыскания и проектирование железных дорог: учебник для вузов / И.В. Турбин, А.В. Гавриленко и др.; под ред. И.В. Турбина. М.: Транспорт, 1989. 479 с.

5. ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация.

6. Шутенко Л.Н. Механика грунтов, основания и фундаменты: учебник, Москва, МИИТ. 2015. 501 с.

7. Низов А.С. Организация технического прикрытия железных дорог: учебное пособие. СПб: ВАМТО. 2014. 306 с.

8. Низов А.С., Попов Д.И., Ложечников Г.А. Организация восстановления железных дорог: учебник. СПб: ВАМТО. 2014. 304 с.

УДК 355/359 – 004, 004.89

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ВОЙСК С ОРГАНАМИ УПРАВЛЕНИЯ ВНУТРЕННЕГО ВОДНОГО (РЕЧНОГО) ТРАНСПОРТА ПРИ ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТАХ В РУСЛЕ РЕКИ

Завальнюк Сергей Иванович *– кандидат технических наук, старший научный сотрудник*

Рыбицкий Владимир Анатольевич *– кандидат военных наук, доцент, старший научный сотрудник*

Научно-исследовательский институт военно-системных исследований МТО ВСРФ
ФГКВОУ ВО Военная академия материально-технического обеспечения
имени генерала армии А.В. Хрулева

Аннотация. В статье даны мероприятия по взаимодействию железнодорожных войск с управлением внутреннего водного (речного) транспорта для улучшения судоходных условий при восстановительных работах в русле реки для повышения безопасности и эффективности работы речного и железнодорожного транспорта.

Ключевые слова: железнодорожные войска, управление внутреннего водного транспорта, взаимодействие, водная преграда, восстановительные работы в русле реки.

INTERACTION OF THE RAILWAY TROOPS WITH EXECUTIVE BODIES OF INLAND WATER (RIVER) TRANSPORT IN THE RECONSTRUCTION WORK IN THE RIVERBED

Zavalnyuk Sergey I. – Candidate of Technical Sciences, senior researcher

Rybitsky Vladimir An. – Candidate of Military Sciences, associate Professor, senior researcher

Scientific and research institute of Military-System Studies Logistics AFRF of Military Academy for Logistics General of the Army A.V. Khrulev

Abstract. The article shows the measures for the interaction of railway troops with the Department of inland water (river) transport to improve the navigable conditions during the restoration work in the riverbed to improve the safety and efficiency of river transport.

Keywords: railway troops, management of inland water (river) transport, interaction, water barrier, restoration work in the riverbed.

Одним из важнейших принципов «Стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года», принятой Правительством России в 2008 году [1], является поддержание высокого уровня обороноспособности и безопасности государства, важнейшей составляющей которого является обеспечение надежной работы железнодорожного транспорта страны. Документ очень подробно описывает и цели задачи этой Стратегии, указывает и пути их выполнения, и даже средства. Однако обойден вниманием серьёзный момент, который может стать «узким», и даже «барьерным» местом в работе транспортной системы страны. Речь идет о железнодорожных мостах и, в первую очередь, на направлениях основных перевозок. Разрушение мостов через водные преграды, даже незначительное может наступить по любой причине, что в дальнейшем может привести к неожиданному прекращению движения на неопределенный срок [2].

Необходимо напомнить, что длина внутренних водных путей России – около 102 тыс. км (из них более 16 тыс. км – искусственные пути). Внутренние водные пути – судоходные пути по рекам, озерам, каналам, водохранилищам в границах страны. На путях имеется 723 судоходных гидротехнических сооружения, включая 110 шлюзов, 1 судоподъёмник, 8 насосных станций, каналы, дамбы, плотины, 134 порта. Судоходные пути делятся на естественные (свободные) – реки (Нева, Амур, Лена, Иртыш, Печора, Урал, Северная Двина, Вятка, Белая и др.) и озера (Ладожское, Онежское, Байкал), используемые для судоходства в естественном состоянии, и искусственные (зарегулированные) – каналы, водохранилища и реки (Волга, Кама, Дон, Шексна и др.), режим стока и уровни воды которых значительно отличаются от свободных судоходных путей. В речном флоте насчитывается более 22 тыс. ед. судов, общей вместимостью более 10,5 млн. т. Перевозки выполняют более 1500 хозяйствующих субъектов. В год перевозится более 130 млн. т грузов и около 19 млн. пассажиров [3–5].

В европейской части России создана Единая глубоководная система, длиной 6,5 тыс. км. Ее состав: Беломорско-Балтийский канал, канал им. Москвы, Волго-Донской канал и Волго-Балтийский водный путь (Волго-Балтийский канал, реки Нева, Свирь, Шексна, Белое, Онежское и Ладожское озёра), реки Волга, Кама, Дон. В 1967 г. утверждена проектная глубина на Единой глубоководной системе, в том числе у главных пристаней – 4,00 м [5].

Федеральный орган исполнительной власти, оказывающий государственные услуги и управление государственным имуществом на речном транспорте, а также предоставляющий государственные услуги в обеспечении транспортной безопасности – Федеральное агентство морского и речного транспорта («Росморречфлот») [6]. Входящие в его состав Администрации бассейнов внутренних водных путей как Федеральные бюджетные учреждения (ФБУ) организовывают выполнение государственных работ и оказывают государственные услуги в сфере внутреннего водного транспорта.

Железнодорожные войска в настоящее время в своем составе имеют такие структурные подразделения как отдельные мостовые железнодорожные и отдельные понтонно-мостовые железнодорожные батальоны, обеспеченные подготовленными специалистами и современной техникой для технического прикрытия и восстановления железнодорожных мостов [7].

Важное направление взаимодействия командования мостовых и понтонно-мостовых воинских частей с бассейновой администрацией – согласование организации ведения восстановительных работ в русле реки, совместная выработка и утверждение порядка использования технического флота воинских частей и восстановительных организаций, а также пропуска транспортного флота (пассажирских и грузовых судов) через акваторию ведения восстановительных работ [8].

При определённых условиях воинские части и восстановительные формирования могут оставаться на эксплуатации моста после открытия движения по нему. В первую очередь, это относится к инвентарным наплавным мостам (НЖМ-56 и МЛЖ-ВФ-ВТ) и металлическим эстакадам (РЭМ-500 и ИМЖ-500). Наплавной мост – табельное имущество отдельного понтонно-мостового железнодорожного батальона и его эксплуатация – задача батальона.

Наплавные мосты на судах речного флота (баржах-площадках) также могут эксплуатироваться воинской частью или организацией его построившей [7].

Если мост восстановлен на обходе как краткосрочный низководный, то на судоходных реках в его составе необходим разводной (выводной) пролет. Разводное пролетное строение может выводиться плавучей системой (на плашкоутах или баржах) либо демонтироваться железнодорожным консольным краном. После пропуска судов пролётное строение возвращается в проектное положение. Для эксплуатации (разведения-сведения) моста может выделяться подразделение с необходимой техникой от воинской части или восстановительного формирования.

Взаимодействие с бассейновой администрацией в период эксплуатации моста осуществляется, преимущественно, органами управления ОАО «РЖД» (диспетчерским аппаратом, управляющим движением поездов) и руководством организаций, эксплуатирующих мост. Разрабатываются и утверждаются типовые (суточные) графики поочерёдного пропуска поездов по мосту и флота по судовому ходу (рис. 1).

Рисунок 1 – Пропуск судов речного флота через открытый судоходный пролет разведенного наплавного железнодорожного моста

Особая ситуация во взаимодействии с бассейновой администрацией возникает при восстановлении движения поездов через водную преграду путём наведения паромной переправы. Пристани паромной переправы, расположенные на противоположных берегах, чаще всего, не находятся в одном створе, а могут быть разнесены друг от друга на несколько км. В этом случае перевозные паромы не просто пересекают судовой ход, а становятся полноправными участниками движения судов на водном участке (рис. 2).

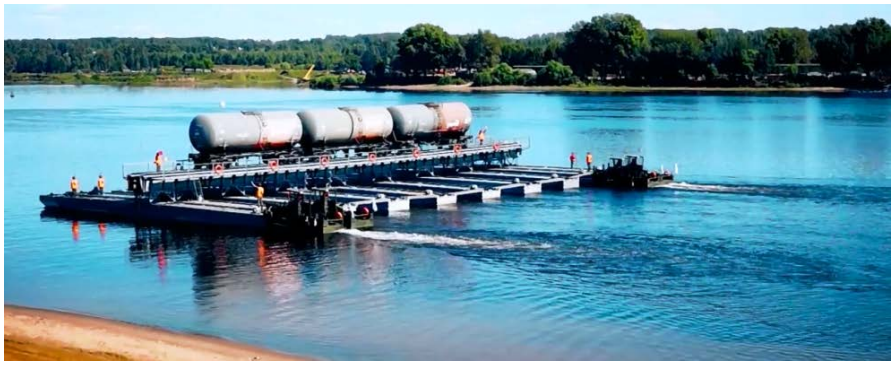


Рисунок 2 – Отход перевозного парома из имущества НЖМ-56 от паромной пристани

Организация пропуска паромов является сложной задачей для диспетчерского аппарата водного участка. По радиосредствам налаживается постоянная связь коменданта переправы и начальников паромов с диспетчерским аппаратом водного участка, планируются и выполняются мероприятия, обеспечивающие безопасность судовождения в районе железнодо-

рожной переправы.

Внутренние водные пути в естественном состоянии имеют различные препятствия для судоходства (мели, высокие скорости течения, крутые повороты трассы судового хода и др.). Для повышения безопасности и эффективности работы речного транспорта выполняются мероприятия по улучшению судоходных условий (рис. 3). К ним относятся: руслоочищение – удаление со дна случайных подводных предметов; дноуглубление судового хода механическими средствами (земснарядами). Они выполняют судоходные прорези, в основном, подводные.

Рисунок 3 – Углубление судового хода многочерпаковым земснарядом

Применяется расчистка подходных путей к портам и пристаням направленной струёй воды от винтов мощных буксиров (грузовых теплоходов), закрепленных на месте дноуглубления якорями или оттяжками, которые крепятся за кусты свай в русле или анкера на берегу.

Прорези выполняются на перекатах на транзитных судовых ходах и на подходах к портам и пристаням, у входов в затоны и т.п. Прорези бывают эксплуатационные и капитальные. Основная доля дноуглубительных работ – эксплуатационные прорези, обеспечивающие заданные габариты судового хода в течение навигации. Прорези подразделяют на восстановительные и ремонтные. Капитальные прорези делают для создания новых судоходов на перекатах с недостаточными радиусами закруглений судового хода, со свальным (поперечным) течением или неустойчивым судовым ходом, на котором поддерживать необходимые глубины эксплуатационным дноуглублением затруднительно, и постоянно требуется выполнение больших объёмов работ. Капитальные прорези выполняются также для спрямления излучин рек и углубления несудоходных рукавов.

Прорези должны обеспечивать безопасные и удобные условия прохода судов и плотов – на всем протяжении иметь принятые для участка реки габариты – глубину, ширину и радиусы закруглений. Выбор трассы эксплуатационной прорези – сложная гидротехническая задача и ее решение зависит от типа переката. Перекат – характерный для равнинных рек донный рельеф, сформированный наносами в виде широкой гряды, пересекающей русло под углом к общему направлению течения, вызывающей отклонение его от одного берега к другому.

«Росморречфлот» делегирует администрациям бассейнов внутренних водных путей права на выполнение государственных работ по улучшению судоходных условий, в первую очередь, дноуглубления. На эти цели выделяются значительные финансовые средства. Конкурсным путем (через тендеры) нанимаются подрядные проектные и строительные организации. Управляют выполнением государственных контрактов бассейновые администрации. Они имеют полную информацию о ходе работ, перечне, состоянии и месте нахождения дноуглубительной техники и ее возможностях. В последние годы у «Росморречфлота» стали появляться свои земснаряды и обеспечивающий их технический флот, в том числе грунтоотвозные шаланды.

В пределах единой глубоководной системы гарантированная глубина у главных пристаней – 4,00 м. На остальных внутренних водных путях она меньше. Из анализа таблицы ясно, что гарантированных глубин не менее 3,40 м нигде, кроме Единой глубоководной системы, даже на судовом ходе, нет. Поэтому велика вероятность необходимости дноуглубительных работ при наведении наплавного железнодорожного моста МЛЖ-ВФ-ВТ при его применении на мостовом переходе. По техническим характеристикам моста на месте береговых и переходных частей необходимы глубины не менее 3,40 м. Состав работ по подготовке створа наведения МЛЖ-ВФ-ВТ практически полностью совпадает с составом работ по устройству прорезей на судовом ходе. Поэтому сложностей в выполнении данных работ в интересах наведения наплавного моста для организаций, выполняющих дноуглубительные работы, не будет. Соответствующим руководителям необходимо периодически, в том числе в подготовительный период, уточнять у администрации водного бассейна местоположение дноуглубительной техники, и, в случае необходимости, по согласованию с администрацией планировать её применение в акватории наведения моста.

Таким образом, описанные в статье мероприятия налаживания и поддержания взаимодействия с органами управления внутреннего водного (речного) транспорта могут быть использованы в любой сфере деятельности и на любом уровне управления. В каждом конкретном случае они могут дополняться другими мероприятиями, отвечающими специфике восстанавливаемого мостового железнодорожного перехода.

Список литературы

1. Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года. Принята Правительством РФ 17 июня 2008 г. № 877-р. [Электронный ресурс] . URL: https://www.mintrans.ru/documents/1/1010 (дата обращения 21.05.2018).

2. Сергеев А.А. Методика определения численности и технического оснащения воинских формирований железнодорожных войск при возникновении чрезвычайных ситуаций на объектах железнодорожного транспорта [Электронный ресурс]: монография / А.А. Сергеев, В.А. Рыбицкий, С.И. Завальнюк, В.А. Ломов, В.Н. Ложкин, С.В. Уголков. Киров: Изд-во МЦИТО. 2018.

3. PortNews. Внутренние водные пути России. [Электронный ресурс]. URL: http://portnews.ru/investment_projects/81/r13/s1/ (дата обращения 21.04.2016).

4. Кривошей В.А. Единая глубоководная. Журнал «Недвижимость и инвестиции. Правовое регулирование». 2008. № 4 (37). [Электронный ресурс]. URL: http://dpr.ru/ journal/ journal_35_24.htm/ (дата обращения 21.04.2016).

5. Гладков Г.Л. Обеспечение условий судоходства на внутренних водных путях. Транспорт Российской Федерации. Портал для специалистов транспортной отрасли. [Электронный ресурс]. URL: http://www.rostransport. com/themes/16852/ (дата обращения 10.12.2016).

6. Федеральное агентство морского и речного транспорта. [Электронный ресурс]. URL: www.morflot.ru/ (дата обращения 10.12.2016).

7. Завальнюк С.И. Использование наплавного моста МЛЖ-ВФ-ВТ при ликвидации последствий кризисных ситуаций / С.И Завальнюк, В.А. Рыбицкий // Инновационные подходы в решении проблем современного общества: монография. Пенза: Изд-во МЦНС «Наука и просвещение». 2018. 318–352 с.

8. Завальнюк С.И. Взаимодействие с администрацией внутренних водных путей при восстановлении железнодорожных мостов / С.И. Завальнюк, В.А. Рыбицкий // Современные исследования в сфере естественных, технических и физико-математических наук: сб. рез. науч. иссл. Киров: Изд-во МЦИТО. 2018. С. 461–467.

УДК 355/359 – 004, 004.89

ПРЕДНАЗНАЧЕНИЕ НОВОГО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО МОСТА-ЭСТАКАДЫ ИМЖ-500 И ЕГО КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Завальнюк Сергей Иванович *– кандидат технических наук, старший научный сотрудник*

Рыбицкий Владимир Анатольевич *– кандидат военных наук, доцент, старший научный сотрудник*

Научно-исследовательский институт военно-системных исследований МТО ВСРФ
ФГКВОУ ВО Военная академия материально-технического обеспечения
имени генерала армии А.В. Хрулева

Аннотация. В предлагаемой статье обосновывается необходимость оснащения мостовых частей Железнодорожных войск современным имуществом моста-эстакады железнодорожного ИМЖ-500, представлены основные конструктивные элементы моста-эстакады.

Ключевые слова: Железнодорожные войска, отдельный мостовой железнодорожный батальон, РЭМ-500, мост-эстакада ИМЖ-500.

THE PURPOSE OF THE NEW RAILWAY BRIDGE OVERPASS IMZH-500 AND ITS CONSTRUCTIVE ELEMENTs

Zavalnyuk Sergey I. – Candidate of Technical Sciences, senior researcher

Rybitsky Vladimir An. – Candidate of Military Sciences, associate Professor, senior researcher

Scientific and research institute of Military-System Studies Logistics AFRF of Military Academy for Logistics General of the Army A. V. Khrulev

Abstract. the article substantiates the need to equip the bridge parts of the Railway troops with modern property of the bridge-overpass railway IMZH-500, presents the main structural elements of the bridge-overpass.

Keywords: train troops, private bridge train battalion, SEM-500, a bridge-overpass IMZH-500.

Воинские части Железнодорожных войск специализированы на выполнении определенного вида восстановительных работ. К примеру, отдельный мостовой железнодорожный батальон (*омждб*) предназначен для восстановления искусственных сооружений на железных дорогах [1]. Однако спектр этих сооружений довольно широк: восстановление мостов по старой оси; строительство временных и краткосрочных мостов на обходе; наведение наплавных мостов и паромных переправ из судов речного флота; строительство свайно-ледовых и ледовых переправ; восстановление путепроводов, виадуков и т. д. [2, 3]. При этом табельного мостового имущества (включенного в табель к штату) *омждб* не имеет, но в качестве возимого восстановительного имущества имеет комплект металлической эстакады РЭМ-500, который в ближайшее время будет заменён новым железнодорожным мостом – эстакадой ИМЖ-500, прошедший технические испытания.

Металлическая эстакада РЭМ-500, находящаяся в табеле Железнодорожных войск, предназначена для быстрого устройства мостовых переходов через широкие, но не глубокие водотоки, суходолы, а также для перекрытия брешей в земляном полотне. За время, прошедшее с периода ее создания (50 – 60-е гг. прошлого века), она морально и технически устарела и требует совершенствования (замены) для обеспечения соответствия задачам, решаемым в современных условиях.

Эстакада весьма трудоемка при сборке (содержит много элементов, соединяемых на болтах), не отвечает требованиям современных руководящих документов по поездным нагрузкам, требует переустройства проезжей части при необходимости пропуска колесной и гусеничной техники, не содержит конструктивных элементов, препятствующих подмыву опор при их расположении в русле водотока.

Кроме того, остро необходимо обоснованное изменение конструкции эстакады с целью упрощения технологии и увеличения темпов ее сборки. Неоднократно разрабатывались предложения по модернизации РЭМ-500 (рамно-винтовые опоры, разводные и выводные пролёты, совмещённый железнодорожный и автодорожный проезд), но, в силу различных причин, прежде всего, экономических, они не были реализованы [4]. Все перечисленное выше вызвало необходимость создания нового имущества – моста-эстакады железнодорожного ИМЖ-500.

Комплект моста-эстакады железнодорожного ИМЖ-500 предназначен для быстрого устройства мостовых переходов под современную железнодорожную подвижную нагрузку по схеме ВТ в различных гидрогеологических условиях, с обеспечением пропуска колесной и гусеничной техники без переоборудования элементов мостового полотна на пролетных строениях [5] (рис. 1).

Рисунок 1 – Консольный кран на мосту-эстакаде железнодорожном ИМЖ-500

В конструктивном отношении мост-эстакада железнодорожный включает в свой состав разрезные металлические пролётные строения в виде одного блока главной балки с непосредственно прикрепленными к ней рельсами, а также металлические рамные плоские и башенные опоры с башмаками. Опоры могут опираться, как на подготовленное грунтовое основание, так и свайный фундамент на винтовых металлических сваях, имеющихся в комплекте опор ИМЖ-500. На грунтах с расчетным сопротивлением не менее 1,5 кгс/см^2 применяются поверхностные фундаменты (башмаки). В случае меньшего расчётного сопротивления грунта и в водотоках при глубине более 2 м следует использовать фундаменты на рамно-винтовых опорах или другие типы фундаментов глубокого заложения, например, деревянные свайные фундаменты или фундаменты на металлических забивных сваях [6].

Прочностные характеристики эстакады ИМЖ-500 рассчитаны на пропуск подвижного состава колеи 1520 или 1435 мм с осевой нагрузкой 26,45 тс (равномерно распределённая нагрузка – 10,58 тс/м пути). Пропуск поездов разрешён при скорости ветра не более 20 м/с. Мост-эстакада может эксплуатироваться при течении воды, скоростью до 2 м/с, и отсутствии опасного размыва грунтов дна у башмаков опор, а также ледохода и корчехода.

Основной вид тяги – тепловозная, однако, при необходимости, применяются инвентарные конструкции подвески контактной сети (изготавливаются по отдельному заказу), обеспечивающей применение электровозной тяги. При чередовании движения с поездами по мосту-эстакаде возможен пропуск автомобильной и гусеничной нагрузок. Ширина проезжей части обеспечивает одностороннее (маятниковое) движение. Мост-эстакада железнодорожный может собираться только на прямолинейных участках пути. Пропуск железнодорожной

нагрузки по мосту-эстакаде железнодорожному ИМЖ-500 в период его государственных испытаний показан на (рис. 2).

Рисунок 2 – Пропуск железнодорожной нагрузки по мосту-эстакаде ИМЖ-500

Скорость монтажа ИМЖ-500 в русле водотока кроме глубины сдерживает необходимость устройства диагональных связей опор. Их установка относится к трудоёмким и требующим больших затрат времени подводно-техническим работам, выполняемым водолазами. Это, в свою очередь, снижает темпы сборки эстакады при относительно больших глубинах воды. Габариты и масса отдельных элементов моста-эстакады железнодорожного позволяют перевозку их в существующих габаритах, как по ж.д., так и на автомобилях (автопоездах).

Конструктивные элементы, входящие в комплект ИМЖ-500, можно использовать, как для сборки одной эстакады полной длины комплекта, так и двух эстакад, максимальной длиной около 250 м каждая, а также строить мост, состоящий из нескольких комплектов ИМЖ-500. Конструкции новой эстакады, например, пролётные строения или фрагменты моста-эстакады (пролётные строения с опорами), как и конструкции эстакады предыдущего поколения РЭМ-500, можно, при необходимости, использовать для восстановления больших, средних и малых искусственных сооружений. Кроме того, практикуется устройство вставки (вставок) из имущества инвентарной эстакады в комбинированном мосту с имуществом наплавного моста или моста, сооружаемого с использованием местных материалов. Перспективно применение конструкций ИМЖ-500 на подходах к краткосрочным мостам в качестве эстакад вместо насыпей. Возможно применение конструкций моста-эстакады на старой оси разрушенного моста при заполнении брешей, длиной 33 – 66 м [7]. Комплект моста-эстакады железнодорожного имеет в своём составе конструкции: пролётных строений; инвентарных устоев; береговых опор; промежуточных опор (плоских, башенных и деформационных); инвентарного въезда; вспомогательные конструкции и приспособления для перевозки конструкций автомобильным и железнодорожным транспортом [6, 7].

Инвентарное пролётное строение – основная несущая конструкция, перекрывающая пространство между опорами, предназначенная для восприятия и передачи на опоры нагрузок от транспортных средств и собственного веса. Его полная заводская готовность, не требует сборочных работ на строительной площадке. Пролётное строение ИМЖ-500 (рис. 3) – разрезного типа с непосредственным прикреплением рельсов к главным балкам [8].

Рисунок 3 – Пролетное строение
(рабочее положение – слева, транспортное положение – справа)

Промежуточные опоры: плоские опоры (рис. 4) – качающегося типа, предназначены для восприятия от пролетных строений и передачи на основание вертикальных постоянных нагрузок от моста-эстакады и вертикальных временных нагрузок от железнодорожного подвижного состава, колесной и гусеничной техники, а также временных поперечных нагрузок (ветровых, ледяных, гидродинамического давления воды, навала плывущих предметов и плавучих средств и т.п.); башенная опора предназначена для восприятия от пролетных строений и передачи на грунт основания не только вертикальных, но и горизонтальных нагрузок. Ошибки (невязки по длине) при сооружении (сборке) ИМЖ-500 одновременно с двух сторон (берегов) устраняются включением в конструкцию моста-эстакады железнодорожного деформационной опоры [8].

Рисунок 4 – Плоские опоры (пойменная – слева, русловая – справа)

Рассмотрев конструктивные элементы моста-эстакады железнодорожного ИМЖ-500, необходимо отметить, что область его применения при использовании как единственного составляющего искусственного сооружения – скоростное строительство краткосрочных и временных железнодорожных мостов через неглубокие и несудоходные водные преграды, путепроводов, эстакад, виадуков. Также эстакадой можно заменить участки насыпи обходов разрушенных мостов на пойменных участках рек, высокие насыпи через овраги и бреши в насыпях на прямых участках пути. Состав комплекта позволяет осуществлять сборку основных конструктивных элементов мостовых переходов, а также путепроводов, эстакад, виадуков

Список литературы

1. Завальнюк С.И. Железнодорожные паромные переправы как элемент транспортной инфраструктуры / С.И. Завальнюк, В.А. Рыбицкий // Современные исследования в сфере естественных, технических и физико-математических наук [Электронный ресурс]: сб. рез. науч. иссл. Киров: Изд-во МЦИТО. 2018. С. 496–504.

2. Косоротов Ю.В., Завальнюк С.И., Рыбицкий В.А. Применение отдельного понтонно-мостового железнодорожного батальона, оснащённого комплектом моста МЛЖ-ВФ-ВТ. Военно-теоретический труд. СПб: ВА МТО. 2017. С. 82–84.

3. Завальнюк С.И. Взаимодействие с администрацией внутренних водных путей при восстановлении железнодорожных мостов / С.И. Завальнюк, В.А. Рыбицкий // Современные исследования в сфере естественных, технических и физико-математических наук: сб. рез. науч. иссл. Киров: Изд-во МЦИТО. 2018. С. 461–467.

4. Завальнюк С.И. Концепция построения системы автоматизированного проектирования мостовых переходов / С.И. Завальнюк, В.А. Рыбицкий // Технологии построения когнитивных транспортных систем: материалы Всероссийской научно-практической конференции. СПб: Изд-во ИПТ РАН. 2018. С. 152.

5. Мост-эстакада железнодорожный ИМЖ-500. Руководство по эксплуатации опытного образца (электронная версия). М.: ООО «Институт «Моррисот». 2012.

6. Сборно-разборный мост-эстакада для быстрого устройства мостовых переходов ИМЖ-500. Техническое описание, руководство по монтажу, перевозке, хранению и эксплуатации (электронная версия). М.: МО РФ, ЖДВ, ООО «Институт «Моррисот». 2010.

7. Булгаков Д.В., Косенков О.И., Лагунов С.А. и др. Разработка и внедрение моста-эстакады железнодорожного для обеспечения прерванного сообщения в особых и аварийных условиях. Отчет по НИР. М.: НИИЦ СТ ЖДВ 3 ЦНИИ Минобороны России. 2016.

8. Ефимкин С.В., Войтович П.В., Доронин А.В. и др. Наплавной унифицированный железнодорожный мост-лента МЛЖ-ВФ-ВТ. Техническое описание и руководство по монтажу, перевозке, хранению и эксплуатации. Введено в действие командующим Железнодорожными войсками Министерства обороны Российской Федерации 12 ноября 2007 г. М.: МО РФ, ЖДВ. 2013.

УДК 656.212.7

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ БОЕВОЙ РАБОТЫ ЗЕНИТНОГО РАКЕТНОГО КОМПЛЕКСА С ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Уголков Сергей Вячеславович *– кандидат военных наук, доцент кафедры системного анализа и логистики*

ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

Сергеев Аркадий Анатольевич *– кандидат военных наук, доцент*

ФГКВОУ ВО Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва

Аннотация. В работе исследуются факторы, обеспечивающие наиболее эффективное ведение комплексом «Стрела-10» боевой работы на железнодорожном подвижном составе. При этом анализируются тактико-технические характеристики зенитных средств, соответствие их габаритов в боевом положении габаритам погрузки и приближения строений, количества боевых машин на платформах, возможности ведения огневой работы, исходя из требований мер безопасности, габаритных параметров аппаратуры зенитного комплекса и ее технических возможностей. На основе проведенных исследований даются обоснованные выводы о рациональном размещении комплекса и сопутствующих грузов на подвижном составе.

Ключевые слова: факторы, эффективность, железная дорога, вагоны, зенитное средство, габарит, грузы.

A STUDY OF FACTORS INFLUENCING THE EFFECTIVENESS OF COMBAT WORK ANTIAIRCRAFT MISSILE COMPLEX WITH RAILWAY ROLLING STOCK

Ugolkov Sergey V. – Ph.D., associate Professor of system analysis and logistics Department

Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

Sergeev Arkady A. – Ph.D., senior researcher at The research Institute (military system studies of material and technical support of the Armed forces of the Russian Federation)

Military Academy for Logistics General of the Army A.V. Khrulev

Abstract. The paper investigates the factors that ensure the most effective management of the complex "Strela-10" combat operation on the railway rolling stock. This analyzes the tactical and technical characteristics of anti-aircraft weapons, the compliance of their dimensions in the

combat position dimensions of loading and approaching buildings, the number of combat vehicles on the platforms, the possibility of conducting fire work, based on the requirements of security measures, the overall parameters of the equipment of the anti-aircraft complex and its technical capabilities. On the basis of the conducted researches the grounded conclusions about the rational placement of the complex and related cargoes on the rolling stock are given.

Keywords: factors, efficiency, railway, cars, anti-aircraft tool, size, cargo.

Противовоздушная оборона воинского эшелона организуется с привлечением зенитных формирований и средств, состоящих в штате перевозимых войск, а также стрелкового вооружения подразделений.

Зенитные формирования мотострелкового (танкового) полка организационно сведены в зенитные ракетные дивизионы. На их вооружении помимо переносных зенитных ракетных комплексов имеются боевые машины зенитного пушечно-ракетного комплекса “Тунгуска” (ЗПРК 2К22) или боевые машины зенитных самоходных установок “Шилка” (ЗСУ-23-4МЗ) применяемые совместно с зенитным ракетным комплексом “Стрела-10” (ЗРК 9К35М) или самостоятельно.

Реализация боевого потенциала перевозимых подразделений по отражению нападения воздушного противника зависит от возможностей штатных средств ПВО осуществлять боевую работу, находясь в составе эшелона. Составными элементами этой работы в данной ситуации являются:

− закрепление боевых машин на подвижном составе, обеспечивающее стартовую (огневую) позицию возможностью стрельбы в движении поезда, а также наименьшими углами закрытия для средств обнаружения и поражения воздушной цели;

− прием и обработка данных целеуказания о воздушном противнике с пункта управления батареи (взвода);

− работа расчета комплекса (установки) по обнаружению и опознаванию летательного аппарата аппаратурой разведки;

− определение координат нахождения воздушной цели относительно зоны пуска (обстрела) и ее поражение огневыми средствами.

Боевая работа указанных машин с подвижного состава зависит от ряда факторов. Во-первых, от соответствия их габаритов в боевом положении габаритам погрузки и приближения строений. Во-вторых, от количества путей на перегонах и наличия линий электрификации. В-третьих, от возможности ведения огневой работы, исходя из требований мер, безопасности. И, наконец, от наличия в составе поезда вагонов разных типов и грузов различного рода и степеней негабаритности [1, 2].

Все боевые машины могут перевозиться на железнодорожном подвижном составе и в транспортном положении вписываются в габарит 02-ВМ. Габариты указанных зенитных ракетных комплексов и зенитных самоходных установок в боевом положении на железнодорожных платформах рассматривались для различных режимов боевой работы. Определялись габаритные размеры боевых машин при нулевом и максимальном угле возвышения стволов зенитных пушек и контейнеров зенитных ракет при их положении вдоль и поперек оси пути. При этом учитывалось, что антенны радиолокационных приборных комплексов разведки могли находиться как в боевом, так и в транспортном положении.

Анализ тактико-технических характеристик комплексов [3–5] показал, что в условиях ведения боевой работы с железнодорожного подвижного состава боевые машины “Тунгуска” и “Шилка” могут достигать индекса негабаритности 0888 и в большинстве случаев при перевозке эшелона использованы быть не могут.

ЗРК “Стрела-10” при ведении боевой работы имеет максимальный индекс негабаритности 002 на прямых участках пути. Согласно данным таблиц определения разности геометрических выносов в расчетной кривой [6] не превышает эту негабаритность при размещении одной или двух машин на платформах всех имеющихся моделей. Это позволяет провозить его по перегонам и станциям в боевом положении в соответствии с действующим порядком направления вагонопотоков, рисунки 1, 2.

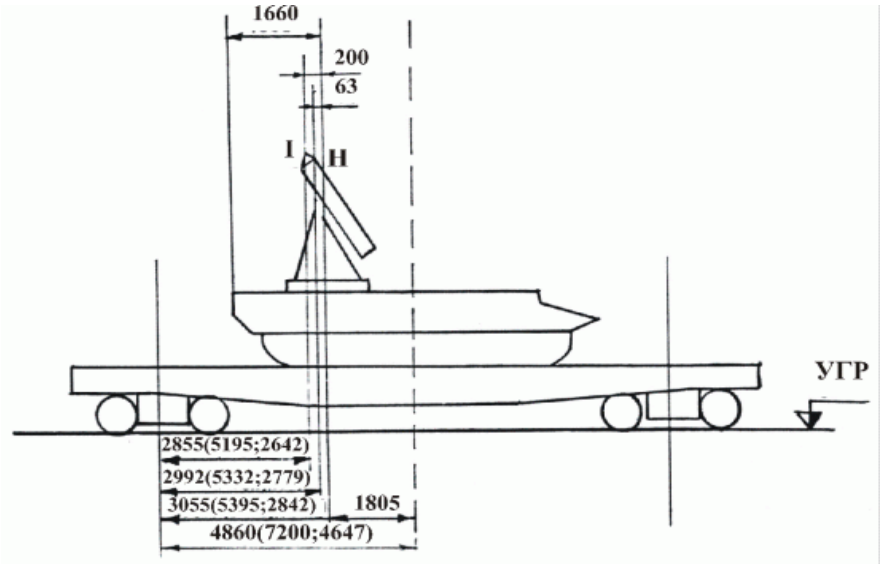


Рисунок 1 – Размещение одной установки ЗРК 9К35М на платформе модели 13-401

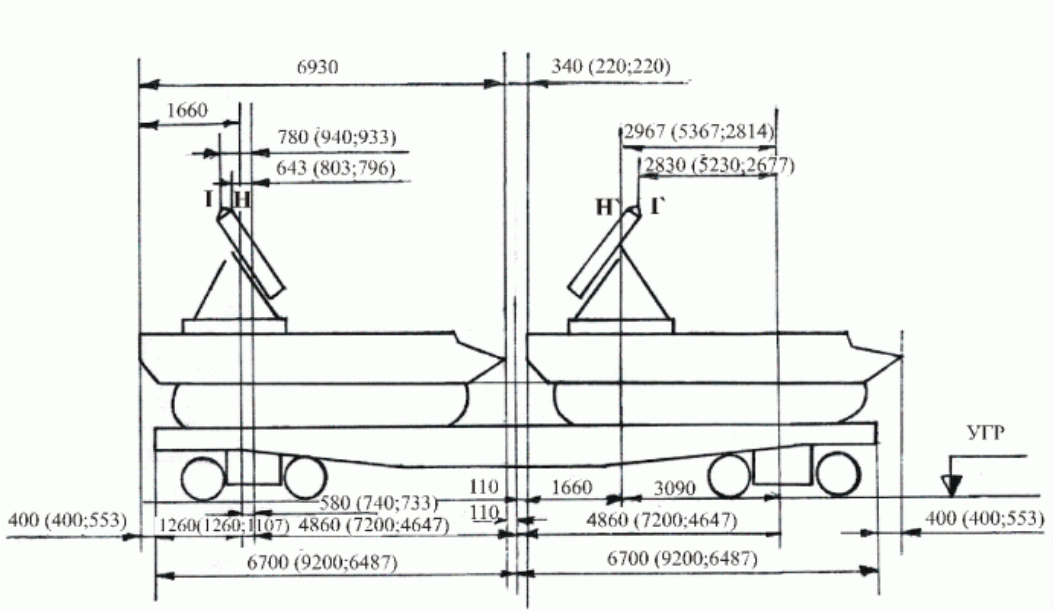


Рисунок 2 – Размещение двух установок ЗРК 9К35М на платформе модели 13-401

Каждая машина 9К35М, действуя в составе зенитного ракетного взвода, получает целеуказание и команды управления огнем от пункта управления или командирской машины. При следовании в составе эшелона пункт управления не сможет осуществлять свою работу из-за недостаточной помехозащищенности аппаратуры выдачи целеуказания, особенно при проследовании поездом электрифицированных участков пути [5]. Управление огнем взвода с командирской машины также представляет значительную сложность ввиду неравномерности закрытия целей подвижным составом и грузом от боевых машин.

Таким образом, обнаружение, опознавание и выбор целей для поражения будет осуществляться каждым комплексом самостоятельно. Для этого используется следующая аппаратура:

− пассивный радиопеленгатор с четырьмя антеннами приема и одной антенной пеленгования;

− наземный радиолокационный запросчик с приемопередатчиком и антенной;

− визир грубой наводки и оптический визир;

− направляющие с четырьмя контейнерами зенитных ракет;

− аппаратура оценки зоны (при стрельбе в движении не используется и в данной работе не рассматривается).

В соответствии с [5] в целях соблюдения мер безопасности запрещается:

использовать комплекс с платформы, размещенной рядом с вагоном, перевозящим горючий, взрывоопасный и сыпучий груз, с людским и классным вагоном;

производить пуск ракет при скорости эшелона более 30 км/ч и в секторе 20° в обе стороны от продольной оси поезда и крыши соседнего вагона или верхнего очертания груза;

производить пуск ракет, если угол между направлением на цель и Солнце составляет менее 20°, для ракет ранних модификаций – 25°;

вести огневую работу, если расстояние от заднего торца ракетного контейнера до груза или соседнего вагона составляет менее 0,5 м.

Анализ изменения координат ракетных контейнеров относительно центра платформы при нормах загрузки комплекса одна и две машины на платформах всех возможных моделей показывает, что, не нарушая мер безопасности, комплекс можно использовать в следующих случаях:

− при размещении одной машины на платформе;

− при размещении на одной платформе работающего комплекса и неогнеопасного, несыпучего груза, высотой, не превышающей 1502 мм;

− при выходе машины “Стрела-10” за пределы лобового бруса, навстречу неогнеопасному грузу, также выходящему за лобовой брус своей платформы.

Расчеты на определение секторов закрытия для огневых и разведывательных средств комплекса проводились для наименее выгодного размещения его на подвижном составе. Под погрузку “выделялась” платформа с наименьшей высотой уровня пола (модель 13-Н453) и соседние с ней вагоны имели груз 6-й боковой и 3-й верхней степеней негабаритности. Координаты расчетных точек аппаратуры комплекса, размещенного на подвижном составе и возможности ее секторного обнаружения, опознавания и поражения целей приведены в таблице.

Таблица – Габаритные параметры аппаратуры и ее технические возможности

Наименование аппаратуры		Высота от уровня пола платформы, (мм)	Ширина от оси пути, (мм)	Сектор обзора (град.)	
				азимут	угол места
Пассивный радиопеленгатор (антенны)	Передняя	1502	0	90	40
	Правая	1502	1425	90	40
	Кормовая	1702	0	90	40
	Левая	1502	1425	90	40
	Башенная	1984	578	90	40
Оптический визир		1984	436	90	90
Антенна радиолокационного запросчика		3082	635	25	45
Зенитная управляемая ракета		2792	800	40	40

Данные таблицы были использованы при расчете наибольшего сектора закрытия по азимуту и углу места для каждого элемента аппаратуры. Расстояние от аппаратуры до груза, определяющее больший из этих углов принималось в качестве допустимого для обеспечения ее работы.

Анализ расчетов показал:

− антенны боковых пеленгаторов могут работать без ограничений;

− размещение машины передней (кормовой) частью к грузу на расстояние менее 1571 мм (2795 мм) ведет к отказу в работе антенны переднего (кормового) пеленгатора, а для достижения нулевого угла закрытия груз должен быть не выше высоты пеленгаторов от уровня головки рельса;

− приближение передней части машины к грузу на любое расстояние обеспечит ра-

боту оптического визира в передней полусфере, приближение кормовой части машины к грузу менее чем на 1016 мм исключает работу визира из-за достижения максимального угла закрытия. Нулевой угол закрытия будет при размещении груза, не превышающего высоту окуляра визирного устройства над уровнем головки рельса;

− для антенны наземного радиолокационного запросчика и поля зрения головки самонаведения ракеты углы закрытия по азимуту и углу места можно не определять, поскольку наведение их на цель и контроль ее захвата осуществляется через оптический визир, поэтому руководствуются его углами закрытия.

Исследование факторов, обеспечивающих наиболее эффективное ведение комплексом «Стрела-10» боевой работы на подвижном составе, позволяет сделать следующие выводы:

− габаритные размеры комплекса 9К35М в боевом положении не исключают возможности его использования во время движения поезда;

− допускается использование комплекса с применением пассивного пеленгатора при расстоянии между грузом 6-й боковой и 3-й верхней негабаритности и передним торцом (кормой) машины более чем на 1571 (2795) мм;

− при невозможности осуществить погрузку, обеспечивающую работу антенн пеленгатора, разведки воздушного противника должна производиться только оптическим визиром. В этом случае машину нужно размещать не ближе 1016 мм кормой к грузу предельных степеней негабаритности;

− допускается использование комплекса с платформы, если скорость поезда менее 30 км/час, а грузы на соседних вагонах и на этой же платформе неогнеопасные, причем грузы на этой же платформе должны быть высотой не более 1502 мм;

− при постановке платформ прикрытия в обе стороны или в сторону возможного нападения воздушного противника от платформы с работающим комплексом, везущие неогнеопасный груз не превышающий высоту передней антенны пеленгатора от уровня головки рельса возможности аппаратуры комплекса по обнаружению, опознаванию и поражению воздушной цели значительно повышаются.

Список литературы

1. Уголков С.В., Сергеев А.А. Расчет возможных разрушений элементов железнодорожной инфраструктуры при применении крылатых ракет // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2017: материалы Международной научно-практической конференции, 14-15 ноября 2017 г. СПб.: ИПТ РАН. 2017. С. 112–117.

2. Уголков С.В., Цеханович А.А. Обоснование факторов, влияющих на организацию безопасного функционирования транспортных объектов // "Вопросы оборонной техники. Серия 16" Выпуск 1/2 (103/104). 2017. С. 176–180.

3. ФирсовВ.М., Моргунов М.А., Жовнер В.Г. и др. Зенитный пушечно-ракетный комплекс “Тунгуска”. Учебник. М.: Воениздат. 1991. 248 с.

4. ЗСУ-23-4м: Техническое описание 2А6М.ОО.ООТО. М.: К - 160: Воениздат. 1980. 40 с.

5. Жданович Б.К., Старун В.А., Андрейченко В.Н. и др. Зенитный ракетный комплекс ближнего действия “Стрела-10”: учебник. М.: Воениздат. 1990. 208 с.

6. Инструкция ДЧ-1835 по перевозке негабаритных и тяжеловесных грузов на железных дорогах государств – участников СНГ, Латвийской Республики, Литовской Республики, Эстонской Республики: Приложение N 5 к Протоколу СЖТ СНГ от 19.10.2001 N 30. Утверждена на 30 заседании Совета по железнодорожному транспорту 19 октября 2001 года. 48 с.

7. Уголков С.В., Сергеев А.А. Методика расчета возможных потерь локомотивов при применении противником крылатых ракет по пункту экипировки // Научно-технический сборник статей. Петродворец: ВТУ ЖДВ. Вып. 15. 2008. С. 204–209.

8. Уголков С.В., Гладких В.П., Сергеев А.А. Анализ опыта применения противником авиации для разрушения объектов железнодорожного транспорта // СПб.: ВТУ ЖДВ. 2007. 80 с.

УДК 621.43

МОЛЕКУЛЯРНАЯ МОДИФИКАЦИЯ УГЛЕВОДОРОДНОГО ТОПЛИВА В ЭНЕРГЕТИКЕ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Каминский Валерий Юрьевич *– кандидат технических наук, доцент, заведующий лабораторией*

Мурамович Виктор Григорьевич *– кандидат технических наук, доцент*

ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко
Российской академии наук

Аннотация. Приводится анализ эффективности регулирования модификаторов топлива частотой электромагнитного поля, напряжением на электродах и электрической ёмкостью. Показаны границы применимости указанных способов регулирования. Утверждается, что проблема очистки отработавших газов от вредных веществ может быть решена с помощью комплексной молекулярной модификации топлива и молекулярной дезинтеграции отработавших газов. Существует принципиальная возможность трансформации молекулярной структуры жидкого углеводородного топлива в структуру углеводородных газов, что обеспечивает решение основных проблем водородной транспортной энергетики: генерацию и хранение водорода на транспортных средствах. Показано, что проблема фаулинга, тормозящая эксплуатацию ядерных установок малой мощности на органическом теплоносителе-замедлителе, может быть решена размещением модификатора в хвостовиках тепловыделяющих сборок.

Ключевые слова: молекулярная модификация, способы регулирования, отработавшие газы, очистка, водородная энергетика, органический теплоноситель, ядерная энергетика.

MOLECULAR MODIFICATION OF HYDROCARBON FUEL IN ENERGY: PROBLEMS AND PROSPECTS

Kaminsky Valery Yu. – Candidate of Engineering Sciences, Docent, Head of the Laboratory
Muramovic Viktor G. – Candidate of Engineering Sciences, Docent
Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences

Abstract. The analysis of effective regulation of the fuel modifiers frequency of the electromagnetic field, the voltage across the electrodes and the electrical capacity. The limits of applicability of these methods of regulation are shown. It is argued that the problem of purification of exhaust gases from harmful substances can be solved with the help of complex molecular modification of fuel and molecular disintegration of exhaust gases. There is a fundamental possibility of transformation of the molecular structure of liquid hydrocarbon fuel into the structure of hydrocarbon gases, which provides a solution to the main problems of hydrogen transport energy: the generation and storage of hydrogen in vehicles. It is shown that the fowling problem that inhibits the operation of low-power nuclear installations on an organic coolant-moderator can be solved by installing a modifier in the shanks of fuel assemblies.

Keywords: molecular modification, control methods, exhaust gases, purification, hydrogen energy, organic coolant, nuclear energy.

1. Способы регулирования модификаторов топлива для повышения экономических, экологических и ресурсных показателей двигателей внутреннего сгорания

Модификатор топлива (МТ) (рис. 1) – устройство, включающее камеру обработки топлива, источник излучения электромагнитного поля, штуцеры подключения в штатную систему подачи топлива. Потребляемая электрическая мощность МТ – 5-10 Вт.

1 2 3

Рисунок 1 – Виды молекулярных модификаторов применительно к энергоустановкам различной мощности: 1 – мощность до 500 кВт; 2 – мощность до 1500 кВт; 3 – мощность до 10 МВт

Углеводородное топливо, проходя через камеру обработки, подвергается воздействию переменного электромагнитного поля, что приводит к уменьшению удельного расхода топлива, повышению мощности двигателей внутреннего сгорания, увеличению их межремонтного ресурса, снижению эмиссии отработавших газов.

В работе [1] приводится выражение для определения эффективной частоты электрического поля, необходимой для молекулярной модификации топлива:

$$f_{эф} = \beta \cdot N_{Ав} \cdot \rho \cdot E_{возб} \cdot G/(M \cdot E_{п}^{max}), \quad (1)$$

где: $f_{эф}$ – эффективная частота электрического поля; β – глубина модификации топлива в МТ – отношение числа возбужденных молекул и радикалов, генерируемых модификатором в единицу времени, к общему числу молекул, прошедших через камеру модификатора в единицу времени; $N_{Ав}$ – число Авогадро; ρ – плотность топлива; $E_{возб}$ – энергия возбуждения молекул; M – молярная масса топлива ($N_{Ав}\rho E_{возб}/M = const$); G – объемный расход топлива; $E_{п}^{max} = CU^2/2$ – максимальная энергия импульса электрического поля; C – электрическая ёмкость камеры модификатора; U – напряжение на электродах камеры модификатора.

В процессе молекулярной модификации октановое число бензинов постепенно снижается, что обусловлено особенностями функционирования топливной системы. Определённый объём бензина, прошедшего через модификатор, направляется в цилиндры двигателя, а оставшийся модифицированный бензин возвращается в топливный бак, где смешивается с исходным бензином (не подвергшимся модификации) (рис. 2).

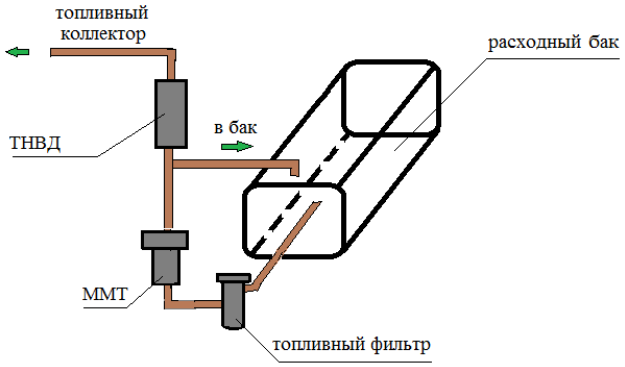


Рисунок 2 – Схема топливной системы автомобиля: ТНВД – топливный насос высокого давления; ММТ – молекулярный модификатор топлива

Таким образом, нормальная скорость распространения пламени при сгорании модифицированной рабочей смеси в цилиндрах всегда будет переменной, следовательно, и КПД двигателя на различных режимах работы также будет меняться.

Сказанное относится и к дизельным двигателям с учётом того, что уменьшение октанового числа бензина соответствует увеличению цетанового числа дизельного топлива, причём угол опережения впрыска у дизельного двигателя постоянен и не меняется при изменении цетанового числа.

Поддержание постоянным значения октанового (цетанового) числа топлива требует сохранения неизменной глубины его модификации при любых значениях расхода топлива, то есть β = const. Тогда мощность МТ должна быть пропорциональна объёмному расходу топлива: $f_{эф} \cdot CU^2/2 \sim G$.

Реализация сформулированного требования возможна в рамках различных способов регулирования основных параметров электрического поля при произвольных расходах топлива.

Способ регулирования частотой поля может применяться во всех режимах эксплуатации энергоустановки. Чем больше расход топлива, тем больше должна быть мощность МТ.

В дизельных двигателях расход топлива от режима холостого хода до режима номинальной мощности увеличивается примерно в 20 раз. Пропорционально должна увеличиваться частота поля (рис. 3).

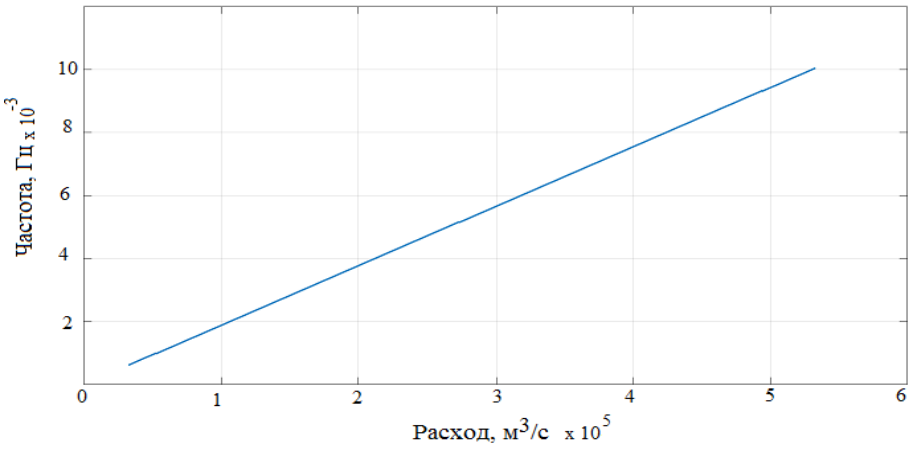


Рисунок 3 – Зависимость частоты поля МТ от расхода топлива

На рисунке 4 приводится зависимость расчетных параметров модификатора от расхода топлива при заданной длине цилиндрической камеры.

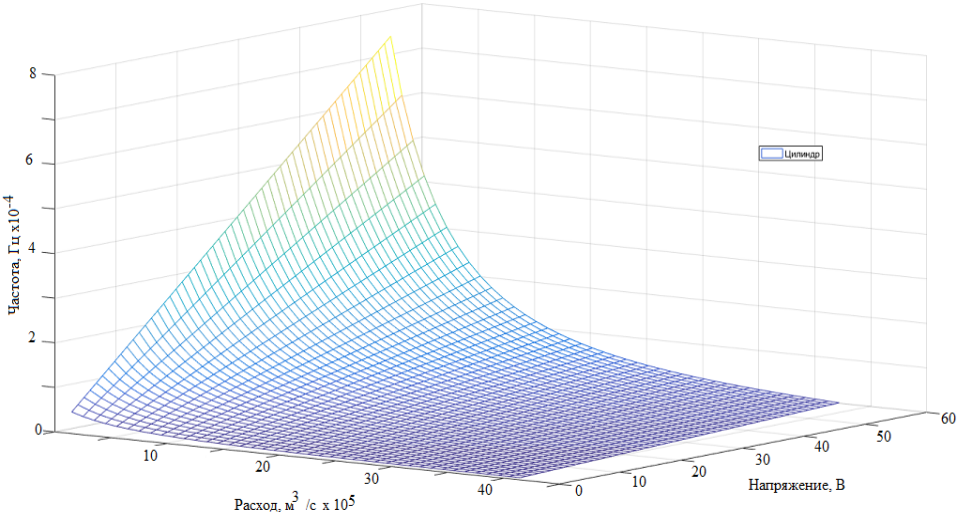


Рисунок 4 – Зависимость частоты и напряжения поля МТ от расхода топлива при заданной длине цилиндрической камеры

Способ регулирования напряжением на электродах камеры. Этот способ представляется не слишком перспективным. Максимальная энергия импульса поля имеет квадратичную зависимость от амплитуды напряжения. При увеличении расхода в 20 раз напряжение на электродах камеры необходимо будет увеличить в $20^{0,5}$ - в 4,5 раза.

На рисунке 4 приведены результаты расчета камеры МТ плоскопараллельной формы с 10 электродами площадью 0,03 м^2 каждый.

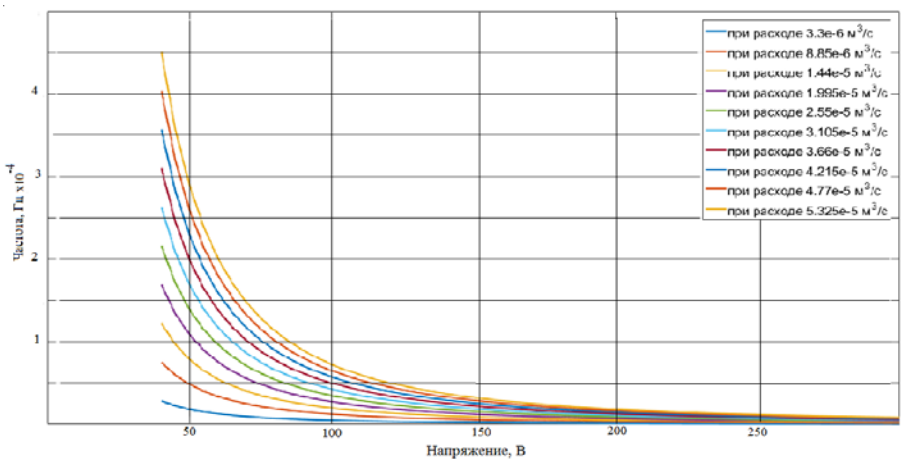


Рисунок 4 – Зависимость частоты поля от напряжения на электродах при различных расходах топлива в плоскопараллельной камере

Приведенный график показывает, что при напряжении на электродах порядка 250 вольт и более частота практически не связана с расходом топлива.

Способ регулирования изменением электрической емкости камеры. На рисунке 5 приведены результаты расчета плоскопараллельной камеры при напряжении на электродах 300 В. Площадь каждого электрода 0,03 м^2.

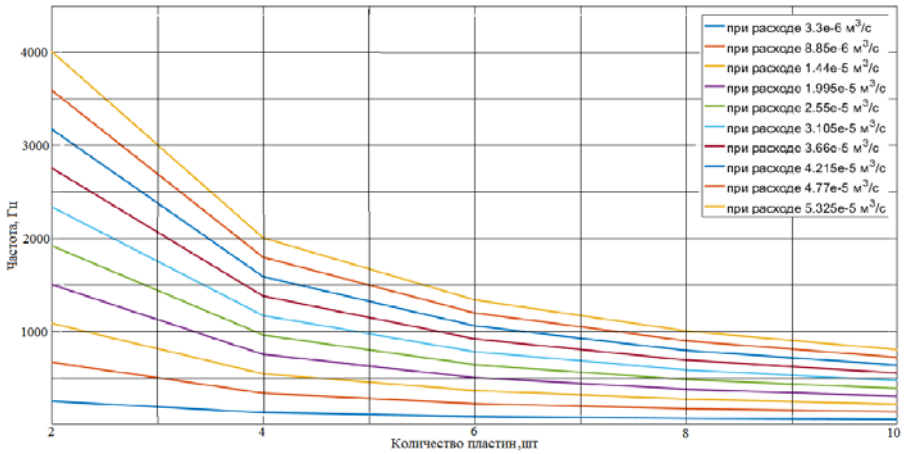


Рисунок 5 – Изменение частоты поля при увеличении числа электродов в камере МТ

Из приведенного графика видно, что при увеличении электрической емкости камеры МТ частота поля может быть уменьшена в 8 раз.

На рисунке 6 приведена обобщенная зависимость характеристик плоскопараллельного модификатора при заданной частоте поля.

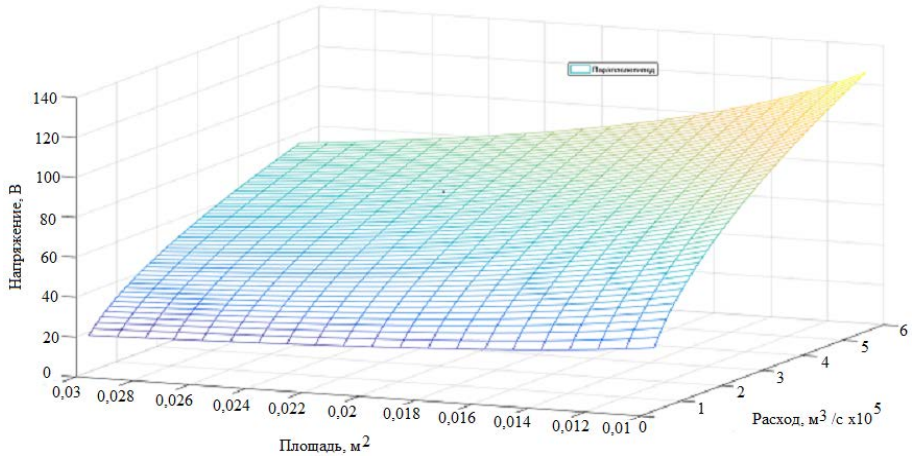


Рисунок 6 – Обобщенная зависимость характеристик МТ при заданной частоте поля

Проведённый анализ показывает, что для многоэлектродной конструкции камеры модификатора при последовательном подключении очередных групп электродов электрическая емкость МТ при сохранении габаритных размеров устройства может быть увеличена до 500 раз.

Перечисленные способы регулирования реализуются в рамках двух ограничений, вытекающих из специфики технологии модификации топлива электрическими полями, а так же физических особенностей функционирования поршневых двигателей внутреннего сгорания.

Первое ограничение связано с недопущением возникновения сквозного тока в камере модификатора. Появление сквозного тока вызовет резкое уменьшение напряжения на электродах модификатора, что снизит энергию импульса электрического поля и производительность МТ. Оптимальными параметрами поля будут такие, при которых модификатор работает в пограничном режиме возникновения сквозного тока.

Второе ограничение параметров поля МТ должно обеспечить значения октанового (цетанового) чисел в пределах, установленных нормативными документами.

2. Проблема очистки отработавших газов от вредных веществ

Одна из главных проблем экологической безопасности в крупных городах – загрязнение воздушной среды отработавшими газами двигателей внутреннего сгорания автомобильного транспорта, дорожных и специальных автомобилей. Уменьшение концентраций вредных веществ в отработавших газах энергетических установок – одна из основных задач улучшения экологической обстановки.

Модификация углеводородного топлива заметно снижает концентрацию вредных веществ в отработавших газах энергетических установок. В то же время модификация топлива не может полностью решить задачу очистки отработавших газов от вредных веществ. При значительном уменьшении концентраций CO, CH и дымности в ходе модификации, концентрация наиболее вредного вещества NO_x увеличивается. Это обусловлено ростом температуры сгорания модифицированного топлива и избытком воздуха в цилиндрах двигателя.

От избытка воздуха в цилиндрах двигателя можно избавиться, уменьшив наддув двигателя, но для этого необходимо внести некоторые конструктивные изменения, такие как изменение конструкции лопаток компрессора или уменьшение частоты вращения турбины. Это приведет к изменению характеристик воздушного тракта двигателя и в случае отказа в работе МТ к нештатной работе двигателя.

Одним из способов уменьшения концентрации оксидов азота в отработавших газах дизельных двигателей может быть уменьшение наддува путём снижения производительности турбины. Несомненно, такая мера является ограниченной, поскольку всего лишь возвращает концентрацию оксидов азота к первоначальному значению (до установки модификатора топлива).

Радикального снижения концентрации оксидов азота можно достичь, установив устройство, аналогичное МТ (назовем его молекулярным дезинтегратором – МД) в систему выпуска отработавших газов [2].

Воздействие электромагнитного поля на молекулы углеводородов приводит к разрыву в них межатомных связей. Дезинтегратор генерирует электромагнитное поле, которое, взаимодействуя с молекулами оксидов азота (NO_x), способно разрушать межатомные связи. Электромагнитная обработка отработавших газов энергетических установок может стать эффективным средством их очистки от вредных веществ.

Применение устройств модификации как в топливной системе ДВС так и в системе выпуска отработавших газов позволит существенно снизить выброс в окружающую среду вредных веществ. При этом необходимо отметить, что установка устройств модификации и дезинтеграции не потребует:

– принципиальных изменений в конструкциях систем двигателей внутреннего сгорания;

– расходных материалов и, при этом, имеет неограниченный ресурс эксплуатации;

– позволит обеспечить «чистый» выхлоп даже для очень старых двигателей, далеких от стандартов ЕВРО.

3. Использование модификаторов в водородной энергетике

Известны основные проблемы широкого внедрения водородной энергетики на транспорте [3].

Первая проблема связана с отсутствием дешевого способа получения необходимых объемов водорода. На сегодня, в качестве основного, рассматривается энергозатратный гидролизный способ получения водорода, при котором для производства кубического метра водорода необходимо затратить около 4,5 кВтч электроэнергии. Предполагается, что необходимая электроэнергия должна вырабатываться наиболее дешевыми способами: на гидроэлектростанциях и атомных электростанциях. Однако для получения потребного количества водорода для обеспечения устойчивой работы транспорта, существующих энергетических мощностей недостаточно. При этом увеличение этих мощностей за счёт, например, строительства новых гидроэлектростанций приведет к ухудшению экологической обстановки в местах их размещения. В то же время строительство значительного числа атомных электростанций, без замыкания ядерного топливного цикла, приведет к накоплению колоссального объема радиоактивных отходов.

Второй проблемой является обеспечение хранения водорода на транспортных средствах. Ни хранение в гидридах металлов, ни баллонная и криогенная системы хранения не эффективны. Существует возможность запасать водород в жидких гидридах – органических жидкостях. Такая система является оптимальной по удельной энергоэффективности. Однако при хранении водорода в жидких гидридах возникает еще одна проблема – проблема выделения водорода для его использования в электрохимических генераторах (ЭХГ).

С учётом сказанного в настоящее время разрабатываются электрохимические генераторы, работающие на метане. Такие ЭХГ имеют существенный недостаток – «отравление» углеродом, что существенно ограничивает ресурс использующихся в них протонопроводящих мембран. Несмотря на это, начата опытная эксплуатация метановых ЭХГ в стационарной энергетике, когда отпадает проблема хранения больших объемов метана, поскольку он может подаваться к ЭХГ по трубопроводам. Применительно к транспорту и в этом случае необходимо использовать баллонную систему хранения. Поэтому для транспорта поиск компактного хранения значительных объемов водорода остаётся актуальным.

Указанная проблема может быть решена с помощью молекулярного модификатора углеводородов, разработанного на базе молекулярного модификатора топлива.

Выше уже говорилось о границах молекулярной модификации топлива для двигателей внутреннего сгорания. Отмечалось также, что для газотурбинных двигателей, где отсутствуют ограничения по октановому (цетановому) числу, глубина модификации может быть существенно увеличена. Существует принципиальная возможность трансформации молекулярной структуры жидкого углеводородного топлива в структуру углеводородных газов. Это

было показано в работах [4–5], когда под воздействием слабого переменного электрического поля молекулы декана последовательно превращались в более легкие газообразные, включая атомарный водород, выход которого составил около 1,4% от массы молекул подвергающихся деструкции, что принципиально разрешает проблему получения и хранения водорода на транспортных средствах.

4. Задача модификации органических теплоносителей для атомных станций малой мощности

Известно, что органические жидкости, выполняющие функции теплоносителей в различных энергетических установках обладают рядом существенных преимуществ по сравнению с водой:

– низкая скорость коррозии углеродистых, низколегированных нержавеющих и алюминиевых сплавов в органических средах, которая при рабочих температурах 380 – 450^{0}С не превышает 0,025 мм/год, что позволяет использовать в качестве конструкционных материалов дешевые углеродистые стали;

– практическое отсутствие коррозионного растрескивания и контактной коррозии конструкционных материалов в органических жидкостях;

– низкое рабочее давление насыщенных паров;

– высокая температура кипения.

Наилучшими органическими жидкостями для ядерных реакторов являются ароматические углеводороды, особенно полифенилы и их производные. В качестве теплоносителей – замедлителей могут использоваться также смеси полифенилов. При этом, дополнительно к перечисленным преимуществам, проявляются их лучшие (в сравнении с водой) нейтронно-физические характеристики: малая активация нейтронами органического теплоносителя, что обеспечивает доступ к оборудованию даже при работающем реакторе. Указанные особенности эксплуатации ядерных установок с органическими жидкостями обеспечивают возможность отказа от биологической защиты реакторного контура и проведение обслуживания и ремонта работающего реактора.

Высокий (в два раза выше, чем для воды) коэффициент замедления быстрых нейтронов и низкое сечение поглощения тепловых нейтронов позволяют использовать низкообогащенное топливо.

Указанные нейтронно-физические характеристики органических сред снижают стоимость активной зоны, а невысокое давление насыщенных паров - существенно уменьшает стоимость изготовления оборудования реакторного контура за счет упрощения технологии его производства и использования более дешевых материалов. При этом повышается безопасность эксплуатации установки при относительно низких капитальных затратах, что определяется малым давлением среды в реакторном контуре (<=1 МПа) [6].

Отмеченные особенности ядерных установок с органическим теплоносителем-замедлителем снижают вероятность максимальной проектной аварии, позволяют использовать выпускаемое промышленностью нефтехимическое оборудование (насосы, арматуру, теплообменники). Достоинства органических жидких сред способствуют созданию компактных мобильных ядерных установок, которые могут базироваться на разнообразных подвижных платформах, что облегчает решение проблемы снабжения электроэнергией и теплом отдалённых районов страны, в частности районов Крайнего Севера, а также Арктики.

Однако эксплуатация арктической реакторной блочной установки (АРБУС) выявила проблемы, связанные с органическими жидкостями. В частности проявились проблемы их радиационного разложения на более легкие – летучие фракции, а также возникновение фаулинга – процесса отложения продуктов полимеризации органических сред в виде коксовых плёнок на оболочках твэлов [7].

Первая проблема решается достаточно просто – периодическим газоудалением из первого контура с последующей подпиткой свежим теплоносителем до требуемого давления в первом контуре.

Фаулинг – образование твёрдых отложений на поверхности твэлов или на других поверхностях теплообмена связан со структурным строением жидкости. Он приводит к пере-

греву и разгерметизации твэлов, уменьшает проходное сечение тепловыделяющих сборок. В предельном случае происходит зарастание активной зоны отложениями. В итоге сокращается длительность кампании реактора, снижаются технико-экономические показатели установки. Зафиксированы случаи блокирования трубопроводов продуктами полимеризации.

В химии полимеров хорошо известен тот факт, что под действием механических напряжений, в частности – звуковой обработки, растяжения, продавливания полимера через тонкие отверстия, молекулы полимеров могут подвергаться деструкции [8]. В зависимости от строения полимера, условий, в которых он находится, эти разрывы сопровождаются образованием новых беспорядочных связей между продуктами деструкции исходных молекул. Такие процессы служат, в частности, причиной старения полимеров. Редко уточняют, что фрагментация полимеров при подобных воздействиях – явление нетривиальное. Отмечается, чем меньше фрагменты, тем более высокой плотности требуется энергия для их дальнейшего дробления.

Во всех случаях – и в длинных и в коротких полимерах разрываются химически идентичные ковалентные связи. Следовательно, если для разрыва ковалентной связи между двумя атомами в малой молекуле необходимо приложить энергию, эквивалентную энергии кванта инфракрасного спектра, то такая же связь в полимере может разорваться при воздействии на него механических колебаний. В первом случае частота колебаний соответствует величинам порядка 1,015 ТГц, во втором – герцам – килогерцам.

В рамках выполненных исследований [9] такое существенное изменение частот объясняется увеличением концентрации молекул – продуктов деструкции. Поскольку электрическое поле не является избирательным и воздействует на все молекулы, то энергия воздействия на возрастающее число молекул в единице объема также увеличивается. Это с очевидностью вытекает из приведенной зависимости (1), так как

$$N_{мол} = N_{Ав}\rho/M,$$

где $N_{мол}$ – концентрация молекул.

На рисунке 7 показано изменение эффективной частоты поля, которая приводит к деструкции молекул углеводородного топлива в зависимости от концентрации молекул.

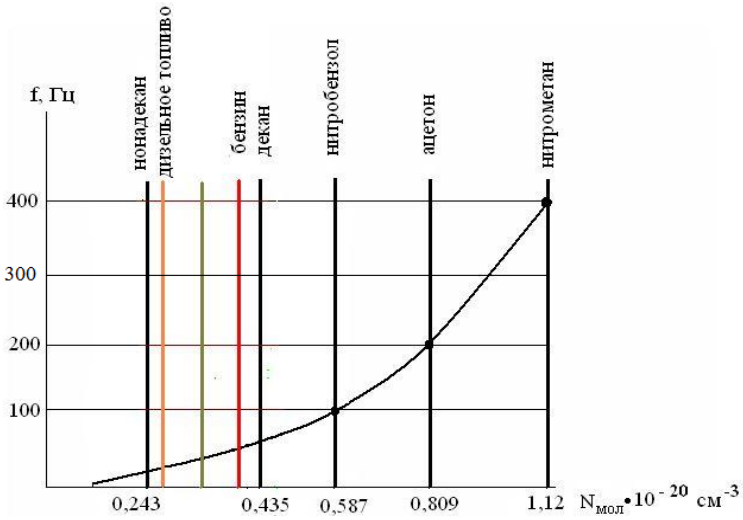


Рисунок 7 – Зависимость критической частоты поля от концентрации молекул углеводородов при напряжении на электродах 10 кВ

Однако для восстановления физико-химических характеристик органических теплоносителей и замедлителей их молекулы не должны подвергаться деструкции. Поскольку фаулинг связан со структурным строением органической жидкости, то можно предположить,

что укрупнение макромолекул приводит к увеличению гидравлического сопротивления в тракте циркуляции, сопровождающемуся уменьшением расхода жидкости. Это и вызывает спекание макромолекул и образование отложений на поверхностях нагрева. Тогда для предотвращения спекания макромолекул и восстановления первоначальной структуры органической жидкости достаточно разорвать водородные связи в образующейся под воздействием фаулинга структуре.

В этом случае проблема фаулинга может быть решена установкой модификатора в хвостовики тепловыделяющих сборок (ТВС), формирующих активную зону реактора.

Кроме того, установка модификатора в реакторный контур позволит уменьшить затраты электроэнергии на собственные нужды установки за счет снижения мощности насосов первого контура при уменьшении вязкости органической жидкости.

Список литературы

1. Каминский В.Ю., Мурамович В.Г., Анисимов П.Ф. Применение молекулярных модификаторов топлива на транспорте // Транспорт Российской Федерации. 2016. № 6 (67). С. 46–49.

2. Каминский В.Ю., Мурамович В.Г., Анисимов П.Ф. Молекулярная деструкция как способ снижения эмиссии отработавших газов ДВС // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2017: материалы Международной научно-практической конференции. СПб: ИПТ РАН. 2017. С. 376–382.

3. Крылов Ю.Е., Каминский В.Ю. Эффективность водородной транспортной энергетики // Технологии построения когнитивных транспортных систем. СПб: ИПТ РАН. 2018. С. 193–197.

4. Герловин И.Л. Основы единой теории всех взаимодействий в веществе. Л.: Энергоатомиздат. 1990. 432 с.

5. Остапенко А. А. Электровязкостный эффект в переменном электрическом поле // Журнал технической физики. 2000. Т. 70. № 8. С. 136–138.

6. Химическая технология теплоносителей ядерных энергетических установок: учеб. пособие для вузов / В. М. Седов и др. М.: Энергоатомиздат. 1985. 312 с.

7. Мурамович В.Г., Каминский В.Ю. Применение молекулярных модификаторов для восстановления физико-химических характеристик органических теплоносителей // Инновации и инвестиции. 2014. № 3. С. 226–228.

8. Современная модель воды // О.В. Мосин. Режим доступа URL: https://scorcher.ru/art/chemistry/chemistry1.php (дата обращения: 19.10.2018).

9. Проведение длительных моторных испытаний устройства «Молекулярный модификатор топлива»: отчёт о НИР / Санкт-Петерб. гос. политехн. ун-т; руков. Галышев Ю.В.; исполн.: Шабанов А.Ю., Зайцев А.Б. СПб. 2011. 25 с. № ГР 140301101.

УДК 656.23

ОСНОВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ТАРИФИКАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ УСЛУГ

Негреева Валентина Владимировна *– кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и права Института безопасности жизнедеятельности*

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Алексашкина Евгения Игоревна *– старший преподаватель кафедры финансового менеджмента и аудита*

ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский национальный университет информационных технологий, механики и оптики

Аннотация. Актуальность тематики статьи заключается в зависимости влияния величины транспортных тарифов на издержки предприятия, и как следствие, на эффективность его коммерческой деятельности. Непосредственное изучение данной темы способствует определению принципов построения тарифов, как в России, так и в других странах и способов улучшить систему транспортных тарифов на предприятии, в отрасли, в стране и в мире.

Ключевые слова: тарификация, государственное регулирование, железнодорожный транспорт, инвестиции в инфраструктуру.

MAIN DIRECTION OF GOVERNMENTAL REGULATION IN THE FIELD OF TARIFICATION OF TRANSPORT SERVICES

Negreeva Valentina V. – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Economics and Law of the Institute of Life Safety

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

Aleksashkina Evgenia Ig. – Senior Lecturer at the Department of Financial Management and Audit

Saint-Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics

Abstract. The relevance of the subject of the article lies in the dependence of the influence of transport tariffs on the costs of the enterprise, and as a result, on the efficiency of its commercial activities. Direct study of this topic contributes to the definition of principles for the construction of tariffs, both in Russia and in other countries and ways to improve the system of transport tariffs at the enterprise, in the industry, in the country and in the world.

Keywords: tariffing, state regulation, railway transport, infrastructure investments.

Самое важное направление государственного регулирования в области тарификации транспортных услуг касается, прежде всего, железнодорожного транспорта. Так 19 декабря 2017 года вышло Постановление Правительства РФ № 1588 «Об изменениях в порядке государственного регулирования тарифов, сборов и платы в отношении услуг субъектов естественных монополий в сфере железнодорожных перевозок». Согласно ему, введены новые понятия, обусловленные необходимостью прогнозирования государственной тарифной политики на долгосрочную перспективу, в том числе в целях реализации инвестиционных проектов ОАО «РЖД». Установлены основные требования к определению прогнозного объёма оказываемых услуг при установлении тарифов, в том числе в соответствии с договором на реализацию транспортного обслуживания в соответствующем субъекте Федерации. Установлены тарифы, учитывающие условия инвестиционного (концессионного) соглашения. Регламентирована процедура принятия решений об уровне затрат на оплату услуг по предо-

ставлению в пользование, управлению и эксплуатации подвижного состава, его техническому обслуживанию, текущему и капитальному ремонтам при регулировании тарифов на пригородные пассажирские перевозки железнодорожным транспортом.

Основной заявленной целью следующего Постановления является то, что оно будет способствовать повышению финансовой устойчивости и безопасности функционирования железнодорожного транспорта, созданию дополнительных регуляторных условий для привлечения инвестиций в инфраструктуру железнодорожного транспорта общего пользования и тяговый подвижной состав, позволит улучшить качество и увеличить объём перевозок грузов и оказания услуг в этой сфере. Изначальным Постановлением Правительства от 5 августа 2009 года № 643 утверждено Положение о государственном регулировании тарифов, сборов и платы в отношении работ (услуг) субъектов естественных монополий в сфере железнодорожных перевозок. Подписанным постановлением в это Положение внесены изменения в целях формирования источников финансирования, обеспечивающих перераспределение финансовых средств, полученных по итогам реализации оптимизационных мероприятий в ОАО «РЖД», в течение долгосрочного периода регулирования [2].

Далее в ФЗ от 10.01.2003 № 17-ФЗ (ред. от 20.12.2017) «О железнодорожном транспорте в Российской Федерации» в статье 4 изложено о целях государственного регулирования в области железнодорожного транспорта общего пользования, к кторым относятся обеспечение баланса интересов государства, пользователей услугами железнодорожного транспорта и организаций железнодорожного транспорта общего пользования, а также обеспечение целостного, эффективного, безопасного и качественного функционирования железнодорожного транспорта общего пользования, а также его комплексного развития [2].

Государственное регулирование в области железнодорожного транспорта необщего пользования осуществляется в целях обеспечения: безопасного и качественного функционирования железнодорожного транспорта необщего пользования; непрерывности перевозочного процесса, осуществляемого совместно с владельцами инфраструктур и перевозчиками; беспрепятственного доступа пользователей услугами железнодорожного транспорта, перевозчиков, владельцев инфраструктур к услугам, оказываемым владельцами железнодорожных путей необщего пользования [1].

Из статьи 8 «Тарифы, сборы и плата на железнодорожном транспорте» того же закона следует, что тарифы, сборы и плата, связанные с выполнением в местах общего и необщего пользования работ (услуг), относящихся к сфере естественной монополии, устанавливаются в соответствии с Федеральным законом «О естественных монополиях» и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации [2]. Указанные тарифы, сборы и плата устанавливаются на основе себестоимости и уровня рентабельности, обеспечивающего безубыточность деятельности организаций железнодорожного транспорта и индивидуальных предпринимателей на железнодорожном транспорте. Остальные тарифы, не регулируемые данными условиями, устанавливаются на договорной основе и контролируются государством в соответствии с антимонопольным законодательством.

Экономически обоснованный уровень тарифов устанавливается органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области государственного регулирования тарифов. Тарифы на перевозки в международном сообщении с участием железнодорожного транспорта устанавливаются в соответствии с международными договорами Российской Федерации [1]. Касательно государственного регулирования грузоперевозок в международном сообщении одним из международных договоров РФ в этой сфере является «Договор о Евразийском экономическом союзе» (ред. от 08.05.2015) (с изм. и доп., вступ. в силу с 12.08.2017).

Данный договор определяет, что в Союзе осуществляется скоординированная (согласованная) транспортная политика, направленная на обеспечение экономической интеграции, последовательное и поэтапное формирование единого транспортного пространства на принципах конкуренции, открытости, безопасности, надежности, доступности и экологичности. Положения раздела о транспорте применяются к автомобильному, воздушному, водному и железнодорожному транспорту [3].

В свою очередь, федеральной службой государственной статистики ежегодно проводится анализ индексов тарифов на грузовые перевозки по сравнению с предыдущим годом. Так, к примеру, согласно последним данным, индекс тарифов на грузовые перевозки за январь 2018 года по отношению к январю 2017 года составляет 102,5 – что составляет 2,5 % прироста за год (индекс за прошлый год = 100,3 – 0,3 % прироста) [10, 4].

Согласно презентации от ФАС о стратегии новой тарифной политики, существуют следующие направления тарифного регулирования ФАС России:

– поэтапное устранение перекрестного субсидирования;

– отказ от принципа «затраты плюс» и через применение принципа «инфляция минус» переход к рыночным индикаторам;

– принятие решений о введении, изменении, прекращении регулирования на основе анализа рынка;

– запуск долгосрочной тарифной политики (с учетом жизненного цикла инфраструктуры, перспективных изменений на рынках, устойчивого роста экономики);

– перебалансировка тарифов, с применением индикаторов рынков, сопоставимых с регулируемыми, и сопряженных с ними товарными рынками.

Заявлена также стратегия динамического ценообразования. Для каждого направления сформирована структура тарифов с учетом сезона, дней недели, количества и качества конкурентов, ожидаемого спроса. По мере заполнения емкости, тариф будет увеличиваться в случае высокого спроса на перевозки. В случае низкого спроса, а также, при наличии в свободной продаже на рынке дешевых тарифов конкурентов будет осуществляться продажа по низким уровням тарифов вплоть до даты отправления [8].

В качестве меры по развитию рынков аэропортовых услуг предлагается внедрение системы тарифов с применением методов доходности инвестированного капитала, увязка тарифных решений с объемами и качеством оказываемых услуг, принятие долгосрочного тарифного регулирования, выравнивание уровня аэропортовых сборов (тарифов) по пакету (классу) минимально необходимых услуг методом сопоставления (benchmarking).

Относительно рынка услуг морских портов ФАС придерживается стратегии дерегулирования тарифов, так как принципиальным является рост объёмов оказываемых портами услуг и создание благоприятных условий для инвестиций в развитие новых портов и портовых мощностей. При этом подчёркивается, что дерегулирование не означает бесконтрольную ситуацию на рынке, будет осуществляться мониторинг применения дерегулированных цен (тарифов), а на порты всё также распространяться общие нормы антимонопольного законодательства. Кроме того, существуют правила недискриминационного доступа, гарантирующие доступ к инфраструктуре и услугами, относящимся к сферам естественных монополий в портах.

Далее последуют некоторые из заявленных ФАС России задач в сфере тарифного регулирования:

– разработка и реализация Стратегии стимулирующего тарифного регулирования в сфере естественных монополий с учетом лучшего отечественного опыта на отдельных товарных рынках и лучших международных практик;

– повышение прозрачности регулирования, сочетание долгосрочной тарифной политики с обеспечением гибкости функционирования и устойчивости развития естественных монополий с учетом обеспечения интересов потребителей (в балансе с производителями) при принятии тарифов, доступе к услугам и инфраструктуре естественных монополий на недискриминационных условиях, закупках для нужд субъектов естественных монополий;

– снижение издержек субъектов естественных монополий – оптимизация эксплуатационных, инвестиционных затрат, финансово-хозяйственной деятельности;

– использование методов динамического ценообразования при формировании тарифов на дальние железнодорожные пассажирские перевозки, на авиаперевозки;

– метода бенчмарка «сопоставимых рынков» и цен на сопряженных рынках для установления и применения регулируемых тарифов, для определения обоснованности затрат деятельности регулируемых компаний и др. [7];

– совершенствование механизма «тарифного коридора» в сфере грузовых железнодорожных перевозок;

– формирование индикаторов цен тарифов в сфере грузовых перевозок в рамках коммерческой инфраструктуры;

– стимулирующее регулирование тарифов с учетом требований эффективности (экономической, технологической, экологической), приемлемого уровня надежности (безопасности) и качества;

Таким образом, на рынке пассажирских железнодорожных перевозок отмечается переход от гибких тарифов к динамическому ценообразованию.

Список литературы

1. Федеральный закон от 10.01.2003 № 17-ФЗ «О железнодорожном транспорте в Российской Федерации» (ред. от 20.12.2017) // «Парламентская газета». № 11–12. 18.01.2003.

2. О государственном регулировании и контроле тарифов, сборов и платы в отношении работ (услуг) субъектов естественных монополий в сфере железнодорожных перевозок: Постановление Правительства Российской Федерации от 05.08.2009 № 643 // Собрание законодательства Российской Федерации. 2009. № 32. Ст. 4051.

3. «Договор о Евразийском экономическом союзе»: официальный сайт Евразийской экономической комиссии [Электронный ресурс] URL: http://www.eurasiancommission.org/ (дата обращения: 20.05.2018)

4. Россия в цифрах 2017: Краткий статистический сборник / М.: Росстат. 2017. 511 с.

5. Ratcliff C. «Research for TRAN Committee – Transport and Tourism in Finland»//European Parliament. 2016. 10 p. (doi:10.2861/412392) [EN].

6. Динамика грузоперевозок в России: официальный сайт Аналитического центра при Правительстве Российской Федерации [Электронный ресурс] URL: http://ac.gov.ru/files/publication /a/7400.pdf (дата обращения: 19.05.2018).

7. О стратегии новой тарифной политики: официальный сайт Федеральной Антимонопольной службы [Электронный ресурс] URL: https://fas.gov.ru/p/presentations/11 (дата обращения: (22.05.2018)

8. Об индексе потребительских цен: официальный сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс] URL: http://www.gks.ru/bgd/free/b04_03/IssWWW.exe/Stg/d03/1.htm (дата обращения: 22.05.2018).

9. РЖД дважды поднимет зарплаты сотрудникам в 2018 году: Ведомости [Электронный ресурс] URL: https://www.vedomosti.ru/business/news/2017/11/27/743278-rzhd-zarplati (дата обращения: 22.05.2018).

10. Официальный сайт «Федеральная служба государственной статистики» [Электронный ресурс] URL: http://www.gks.ru/ (дата обращения: 15.05.2017).

УДК 656.4.2:388.1

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕВОЗОК ПАССАЖИРОВ АВТОМОБИЛЬНЫМ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТРАНСПОРТОМ НА ОСНОВЕ РАСЧЕТА ЭКОНОМИЧЕСКИ ОБОСНОВАННЫХ ЗАТРАТ

Синицкая Ольга Антоновна *– заведующий отделом экономических исследований транспортной деятельности*

Таболич Татьяна Георгиевна *– кандидат технических наук доцент, ученый секретарь*

Белорусский научно-исследовательский институт транспорта «Транстехника»

Королев Андрей Валерьевич *– кандидат экономических наук, доцент, директор*

Унитарное предприятие «БАМАП-Сервис»

Аннотация. В работе предлагается методика расчета экономически обоснованных затрат на городские и пригородные перевозки пассажиров для применения заказчиком при проведении конкурса на право выполнения автомобильных перевозок пассажиров в регулярном сообщении, заключении договоров об организации перевозок пассажиров в регулярном сообщении, а также при осуществлении расчетов за выполненные перевозки пассажиров в регулярном сообщении

Ключевые слова: расчет затрат на городские и пригородные перевозки пассажиров, регламентирование тарифов, алгоритм расчета, управления затратами.

IMPROVEMENT OF SYSTEM OF TRANSPORTATIONS OF PASSENGERS BY MOTOR AND ELECTRIC TRANSPORT ON THE BASIS CALCULATION OF ECONOMICALLY REASONABLE COSTS

Sinitskaya Olga A. – head of the department of economic research of transport activities

Tabolich Tatiana G. – Ph.D., Associate Professor, Scientific Secretary

Belarusian Research Institute of Transport «Transtekhnika»

Korolev Andrey V. – Ph.D., Associate Professor, Director

Unitary enterprise "BAMAP-Service"

Abstract. The paper proposes a developed Method of calculating the economically reasonable costs for urban and suburban passenger transportation used by the customer during the competition for the right to perform road transport of passengers in regular communication, conclusion of agreements on the organization of transport of passengers in regular communication, as well as in settlements for performed transportation of passengers in regular message.

Keywords: calculation of costs for urban and suburban transportation of passengers, tariff regulation, calculation algorithm, cost management.

Создание эффективно работающего в рыночных условиях пассажирского транспорта одна из главных задач государства. При рациональном использовании основных средств, сокращении материальных и финансовых затрат на перевозку, оптимизации основных бизнес-процессов перевозки доходность данной инфраструктурной составляющей городского хозяйства может увеличиваться не только от количества оказанных услуг в стране в целом.

Актуальность внедрения эффективных механизмов управления, в том числе и на пассажирском транспорте, для обеспечения устойчивого положения и функционирования транспортных предприятий на рынке транспортных услуг, не вызывает сомнения. Вопросам снижения эксплуатационных расходов и роста доходов субъектов хозяйствования, осу-

ществляющих транспортную деятельность, на данном этапе развития экономики Беларуси уделяется все больше и больше внимания.

Социальная специфика городских и пригородных пассажирских перевозок определяет необходимость изучения их эффективности, обеспечение которой позволит удовлетворять изменяющиеся потребности населения в транспортных услугах. Эффективность функционирования пассажирского комплекса зависит от точности определения стратегии и тактических путей реализации реструктуризации и развития хозяйства, а также обеспечения рациональной организации работы всех подразделений пассажирского транспорта. Опыт организации транспортного обслуживания населения и взаимоотношения субъектов в системе перевозок пассажиров автомобильным и городским электрическим транспортом в Беларуси, Литве и Латвии рассмотрен в [1]. Наличие в Республике Беларусь неопределенностей в отношениях между заказчиком и перевозчиком, не способствует результативности деятельности перевозчика. Создание прозрачной и ориентированной на потребителя системы перевозок подразумевает и структурирование сложившихся локальных региональных кластеров, которое ведет естественным образом к оптимизации региональных систем перевозок в стране. В этой связи разработка методики расчета затрат на городские и пригородные перевозки пассажиров автомобильным и электрическим транспортом с использованием процессного и логистического подходов (далее – Методика), применяемой в процессе оценки конкурсных предложений на право выполнения автомобильных перевозок пассажиров в регулярном сообщении, при заключении договоров об организации перевозок пассажиров в регулярном сообщении, а также при осуществлении расчетов за выполненные перевозки пассажиров в регулярном сообщение, способствует созданию системы с необходимыми и заданными параметрами.

Расчет затрат по Методике осуществляется в рамках бизнес-процессов перевозки предприятий, участвующих в конкурсе на основе их управленческого учета. В соответствии с алгоритмом Методики расчету затрат предшествует обязательное выделение бизнес-процессов и их описание.

Методика расчета затрат на городские и пригородные перевозки пассажиров автомобильным и городским электрическим транспортом позволяет создать основу для решения следующих задач:

– регламентирование тарифов на государственном уровне;

– формирование механизма распределения отдельных расходов между субъектами системы;

– определение размера компенсаций местных бюджетов.

При этом особое значение имеет создание механизма эффективного управления расходами, совершенствование и планирование системы расходов, поиска путей их снижения, а также достижение прозрачности финансовых результатов [2]. Кроме того, одним из условий повышения эффективности транспортных организаций является определение экономически обоснованного уровня себестоимости перевозок в части переменных и постоянных, а также ведение единого методологического подхода к учету, формированию, планированию и анализу уровня доходов и расходов [3].

Структура разработанной Методики представлена на рисунке 1.

Помимо алгоритма расчета затрат в разработанной методике описаны элементы механизма управления ими, в приложениях к основному тексту методики, описан вспомогательный инструментарий с помощью которого рассчитываются и поясняются отдельные пункты и разделы, приведены формы, облегчающие расчет. Это, например, формы, позволяющие: выделить бизнес-процессы, определить их ценность с точки эффективности и результативности, нацеленной на удовлетворение потребителя и сокращение затрат предприятия, а также визуализировать эти бизнес-процессы.

Анализ бизнес-процессов, рекомендуемый методикой, позволяет выявить достоинства и недостатки в управлении деятельностью подразделений организации, причины возможных операционных сбоев. Для снижения стоимости и времени процессов (сокращения затрат и минимизации потерь), повышения качества их исполнения Методикой также рекомендуется провести реинжиниринг бизнес-процессов.

Рисунок 1 – Структура методики расчета затрат на городские и пригородные перевозки пассажиров автомобильным и городским электрическим транспортом

Апробация данного инструментария на практике показала, что за счет отказа от малоценных действий, передвижения или удаления границ между структурными подразделениями и исполнителями, и др. можно достигнуть существенного социального и экономического эффектов. Например, экономический эффект от таких мероприятий, на примере типового автопредприятия при выпуске автобуса МАЗ-103 на линию, составит порядка 13,5 минут, или 31 % от общей продолжительности бизнес-процесса.

В денежном выражении экономический эффект составил 24 % от общей стоимости бизнес-процесса. Приняв во внимание, что ежедневно на линию выпускается порядка 130 автобусов, то экономический эффект за период в один год составит 37 632,6 рублей. Методикой также определены основные принципы разработки системы затрат:

- раздельный учет затрат и доходов по видам деятельности и перевозок;
- группировка затрат и доходов по видам транспорта в разрезе заключенных договоров об организации перевозок пассажиров и маршрутов, согласованных с заказчиком по каждому транспортному средству;
- возможность формирования общей сметы расходов и данных о совокупном доходе;
- ограничения по отдельным не учитываемым затратам;
- статьи затрат;
- состав затрат (выделен в отдельное приложение к Методике).

Алгоритмом расчета затрат также предусмотрена разработка тарифной системы оплаты проезда, единых автоматизированных систем на основе единого проездного документа, систем учета транспортной работы и доходов.

Только при наличии этих взаимоувязанных систем затраты, рассчитанные в соответствии с Методикой, будут экономически обоснованы, сопоставимы и увязаны с источниками доходов от перевозок пассажиров.

Следует отметить, что в предлагаемой Методике выделено несколько вариантов измерения и оценки транспортной работы, с целью предоставления выбора, поскольку по нашему мнению определение оптимального измерителя на уровне республики необходимо решать с привлечением всех звеньев вертикали управления перевозками «заказчик – оператор – перевозчики».

На рисунке 2 представлен алгоритм расчета затрат на городские и пригородные перевозки пассажиров в регулярном сообщении и управления ими.

Опираясь на взаимоотношения субъектов системы перевозок пассажиров, отраженные на рисунке 2, разработаны предложения по нормативным правовым актам, регламентирующим порядок расчета затрат на осуществление социально значимых перевозок пассажиров автомобильным и городским электрическим транспортом.

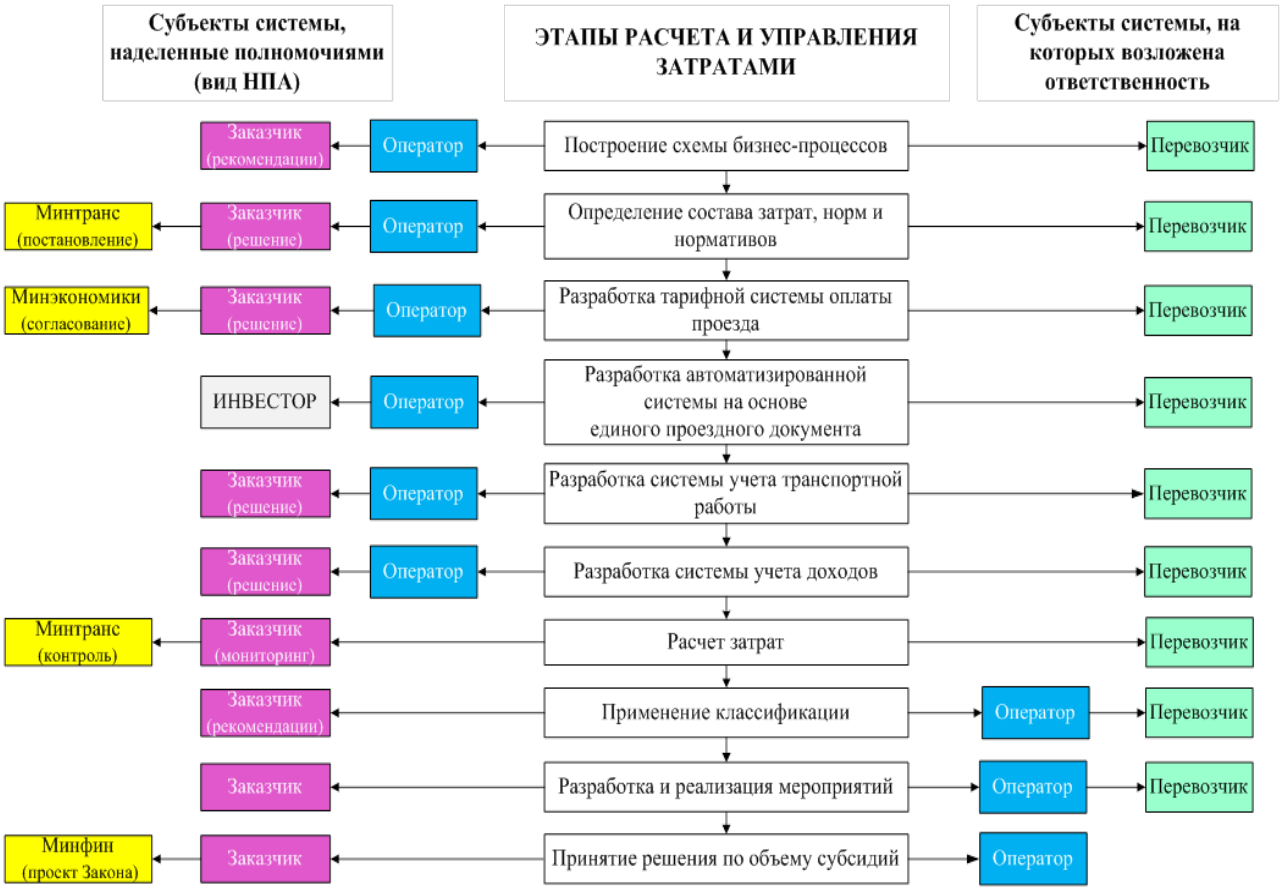


Рисунок 2 – Алгоритм расчета затрат на городские и пригородные перевозки пассажиров в регулярном сообщении и управления ими

Список литературы

1. Королев А.В., Синицкая О.А., Ольховко Н.М. Об опыте организации транспортного обслуживания населения в Литве и Латвии // Перспективы развития транспортного комплекса – 2016: материалы II Международной заочной научно–практической конференции. БелНИИТ. Минск. 2016. С. 130–137.
2. Кочегурова Е.А., Мартынова Ю.А. Оптимизация составления маршрутов общественного транспорта при создании автоматизированной системы поддержки принятия решений // Известия Томского политехнического университета. 2013. № 5 (323). С. 85–90.
3. Гордина Ю.В., Серебрякова М.А. Определение уровня развития системы городского пассажирского транспорта и его влияние на сглаживание пространственной поляризации городов // Известия Иркутской государственной экономической академии. 2014. № 5. С. 36–41.

УДК 338.2

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ДОСТАВКИ МАТЕРИАЛЬНЫХ СРЕДСТВ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ

Бабенков Андрей Валерьевич *– доктор экономических наук, доцент, преподаватель кафедры автодорожной службы*

ФГКВОУ ВО Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва

Вологдин Роман Олегович *– адъюнкт факультета подготовки кадров высшей квалификации*

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Аннотация. В статье описана экономико-математическая модель процесса доставки материальных средств автомобильным транспортом, включающая оценку затрат на основе технологической схемы перевозки.

Ключевые слова: материально-техническое обеспечение, доставка материальных средств, оценка затрат, экономико-математическая модель.

ECONOMIC-MATHEMATICAL MODEL OF THE PROCESS OF DELIVERY OF MATERIAL MEANS BY ROAD TRANSPORT

Babenkov Andrey V. – Doctor of Economics, Lecturer Department of Road Service

Military Academy of Logistics. Army General A.V. Khruleva (Ministry of Defense of Russia)

Vologdin Roman Ol. – Adjunct of the faculty of training of highly qualified personnel

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

Abstract. The article describes an economic and mathematical model of the process of delivering materiel by automobile transport, including an assessment of costs based on the technological scheme of transportation.

Keywords: logistics, delivery of material resources, cost estimation, economic and mathematical model.

Общие затраты на транспортное обслуживание или удельные затраты (цена) доставки являются наиболее значимыми параметрами перевозки материальных средств (МС), так как напрямую определяют экономическую эффективность всего процесса. Расходы на доставку составляют для большинства МС существенную часть их себестоимости.

Затраты на доставку МС могут быть определены такими способами, как прогнозирование по аналогии и постатейная калькуляция всех затрат. Прогнозирование по аналогии или по ретроспективным данным применяется, если подобная доставка уже осуществлена (аналогичные виды услуг, количество, место и т.д.). Это простой способ, не требующий детального анализа составляющих стоимости. Применение данного метода целесообразно при предварительной оценке вариантов организации перевозочного процесса, когда их количество достаточно велико [1].

Метод постатейной калькуляции всех затрат гораздо сложнее и требует априорного знания структуры себестоимости транспортных операций. В то же время этот метод обеспечивает высокую достоверность результатов расчета. Поэтому его рекомендуется использовать в том случае, когда критерий экономичности играет решающую роль при принятии общего решения и количество сравниваемых вариантов организации доставки мало.

Структура общих затрат на доставку МС определяется содержанием технологической схемы перевозочного процесса, набором составляющих его логистических операций и целого ряда других факторов [2].

В зависимости от выбранного варианта, доставка МС для обеспечения повседневной деятельности организаций МЧС может осуществляться своим транспортом, транспортом старшего начальника, а также с привлечением коммерческих организаций.

В смешанном (комбинированном) варианте доставки объединяется несколько видов транспорта, что позволяет воспользоваться преимуществами каждого из них и обеспечивает выполнение логистических операций с наименьшими общими затратами.

В наиболее общем виде затраты на доставку МС в смешанном (комбинированном) варианте могут быть определены по формуле:

$$C_{П} = C_{П}^{С} + C_{П}^{Ц} + C_{П}^{А}, \qquad (1)$$

где $C_{П}^{С}$ – годовые затраты организаций МЧС (ОМЧС) на доставку МС своим транспортом, руб.; $C_{П}^{Ц}$ – годовые затраты на доставку МС транспортом старшего начальника, руб.; $C_{П}^{А}$ – затраты на оплату услуг (аутсорсинга) доставки сторонним коммерческим организациям, руб.

Общие затраты на доставку МС своим транспортом и транспортом вышестоящего звена имеют аналогичное распределение по статьям расхода и могут быть выражены одним показателем ($С_{п}^{с}$ – затрат на содержание и применение транспорта ОМЧС) и должны включать все составляющие расходов в течение года (табл.).

Постоянные расходы не зависят от объема перевозок и пробега автомобилей. К ним относят расходы на содержание личного состава, а также специальной техники (СТ) ОМЧС, капитальных сооружений (зданий, парков) и общехозяйственные расходы.

К переменным затратам относят расходы, зависящие от изменения объема перевозки и общего пробега автомобилей. Это затраты на автомобильное топливо, смазочные и другие эксплуатационные материалы, стоимость износа и восстановления автомобильных шин, расходы на ремонт и техническое обслуживание подвижного состава и прочие расходы [5].

К затратам на аутсорсинг доставки коммерческим организациям относятся в зависимости от его варианта расходы на оплату услуг транспортировки сторонним коммерческим автотранспортным предприятиям (АТП) с учетом используемых тарифов или повышения общих затрат на создание МС при их доставке поставщиками. В последнем случае должны быть проанализированы цены контрактов на МС, с учетом их повышения при доставке «от двери до двери», а также возможные скидки при увеличении объема поставки, поэтому является целесообразным переход от модели затрат на доставку МС к модели общих затрат с включением в нее показателя затрат на создание запасов [4].

Вместе с тем общие затраты не всегда позволяют получить объективную оценку экономичности различных вариантов доставки, следовательно, при их сравнении и выборе могут быть использованы показатели удельных затрат, которые отражают соотношение общих затрат и объема поставки или стоимость (цену) доставки 1 т МС по их видам:

$$c_{П}^{С} = \sum_{i=1}^{I} \sum_{j=1}^{J} \frac{C_{Пij}^{С}}{V_{ij}^{С}} \qquad (2)$$

$$c_{П}^{А} = \sum_{i=1}^{I} \sum_{j=1}^{J} \frac{C_{Пij}^{А}}{V_{ij}^{А}} \qquad (3)$$

где $C_{Пij}^{С}$ и $C_{Пij}^{А}$ – общие годовые затраты на доставку *i*-го вида МС *j*-й номенклатуры соответственно своим и коммерческим транспортом, руб;

$V_{ij}^{С}$ и $V_{ij}^{А}$ – объем подвоза *i*-го вида МС *j*-й номенклатуры за год соответственно своим и коммерческим транспортом, т.

Таблица – Структура общих затрат в процессе доставки МС

Основные виды затрат	Содержание затрат по статьям расхода или логистическим операциям	Факторы, оказывающие влияние на формирование затрат
1. Постоянные затраты на содержание ОМЧС	– годовые расходы на содержание личного состава (расходы на денежное довольствие, вещевое, продовольственное и др. виды обеспечения, заработная плата, премии и отчисления на соц. страхование); – годовые расходы на содержание ОМЧС: СТ (плановые ТО и ремонт), капитальных сооружений (зданий, автопарков и т.п., в т.ч. ремонт, оплата коммунальных услуг, мебели и оргтехники)	– установленные основные оклады и надбавки, нормы довольствия и отчислений; – штатная структура и численность ОМЧС (персонала, СТ); – материально-техническая база ОМЧС; – показатели планирующих документов и выделенные лимиты денежных средств
2. Переменные затраты на доставку МС своим транспортом	– расходы на транспортировку МС (ГСМ, эксплуатационный ремонт техники, запасные части, автошины и т.п.); – прочие расходы (подготовка техники и грузов, средств ПРР, планирование, информационное и др. обеспечение)	– потребность в МС и их специфика; – расстояние транспортировки (количество и удаление поставщиков МС); – наличие, состояние и возможности транспорта и средств ПРР; – состояние дорожной сети, физико-географические, климатические и др. условия
3. Затраты на аутсорсинг доставки коммерческим организациям	– расходы на оплату услуг доставки сторонним коммерческим АТП (выбор перевозчика и транспорта, заключение договоров, оплата доставки); – повышение общих затрат на создание МС при их доставке поставщиками (стоимость транспортно-экспедиционного обслуживания)	– параметры доставки и специфика МС; – цены на услуги перевозки (транспортные тарифы); – время доставки и надежность поставщиков; – цены контрактов на МС, их повышение с учетом доставки, возможные скидки и др.

Удельные затраты на доставку МС являются также базой для определения тарифов на услуги поставщиков транспортных услуг: АТП, транспортно-экспедиционных организаций, производителей МС и др. Система транспортных тарифов, по которым осуществляются расчеты между грузоотправителями, грузополучателями и транспортно-логистическими посредниками, зависит от вида транспорта, способа перевозки и региона. Уровень тарифов определяется из условия возмещения затрат на транспортировку и получения планируемой (нормативной) прибыли [6].

Так как общие затраты включают переменную и постоянную составляющие, для оценки удельных затрат может быть использовано выражение, отражающие их зависимость от основных показателей перевозочного процесса, которое также позволяет проанализировать влияние различных факторов на формирование транспортных расходов и тарифов:

$$c_{П} = \frac{1}{q\gamma_{д}}\left(\frac{C_{П}^{пер}}{\beta} + \frac{C_{П}^{пост}}{v\,\beta} + \frac{C_{П}^{пост} t_{пр}}{l_{ег}}\right) \qquad (4)$$

где q – номинальная грузоподъемность автомобиля (прицепа, автопоезда), т;

$\gamma_д$ – динамический коэффициент использования грузоподъемности;

$l_{ег}$ – расстояние (пробег с грузом за ездку), км;

β – коэффициент использования пробега;

v – техническая скорость доставки груза, км/час;

$t_{пр}$ – время на выполнение погрузочно-разгрузочных работ, час.

Для установления характера зависимости удельных затрат от различных факторов их показатели поочередно по одному принимают переменными, а остальные в это время считают постоянными [2].

Наиболее важным параметром и фактором, определяющим затраты на доставку, является потребность в МС (объем перевозки).

Расстояние транспортировки (пробег с грузом за поездку), является главным фактором, определяющим величину транспортных расходов, поскольку от него зависит величина переменных затрат. Оно определяется для конкретной ОМЧС, исходя из количества и удаления поставщиков МС в соответствии графической и технологической моделями доставки.

В этом случае уравнение зависимости удельных затрат от длины ездки с грузом примет вид:

$$c_П^l = \frac{a_1}{l_{ег}} + b_1, \tag{5}$$

где

$$a_1 = \frac{C_П^{пост} t_{пр}}{q\gamma_д}; \tag{6}$$

$$b_1 = \frac{1}{q\gamma_д\beta}\left(C_П^{пер} + \frac{C_П^{пост}}{v}\right) \tag{7}$$

Зависимость удельных затрат от грузоподъемности примет вид:

$$c_П^q = \frac{a_2}{q\gamma_д}, \tag{8}$$

где

$$a_2 = \frac{C_П^{пер}}{\beta} + \frac{C_П^{пост}}{v\beta} + \frac{C_П^{пост} t_{пр}}{l_{ег}} \tag{9}$$

Аналогично определяются зависимости удельных затрат от других показателей перевозочного процесса, установленные по:

– скорости доставки (движения):

$$c_П^v = \frac{a_3}{v} + b_3 \tag{10}$$

где

$$a_3 = \frac{C_П^{пост}}{q\gamma_д\beta}; b_3 = \frac{1}{q\gamma_д\beta}\left(\frac{C_П^{пер}}{\beta} + \frac{C_П^{пост} \times t_{пр}}{l_{ег}}\right) \tag{11, 12}$$

– времени простоя под загрузкой – разгрузкой:

$$C_{П}^{t_{пр}} = a_4 t_{пр} + b_4 \quad (13)$$

где

$$a_4 = \frac{C_{П}^{пост}}{q\gamma_{д} l_{ег}}; b_4 = \frac{1}{q\gamma_{д}\beta}(C_{П}^{пер} + \frac{C_{П}^{пост}}{v}). \quad (14, 15)$$

– от коэффициента использования пробега:

$$c_{П}^{\beta} = \frac{a_5}{\beta} + b_5, \quad (16)$$

где

$$a_5 = \frac{1}{q\gamma_{д}}(\frac{C_{П}^{пост}}{v} + C_{G}^{пер}); b_5 = \frac{C_{П}^{пост} t_{пр}}{q\gamma_{д} l_{ег}}. \quad (17, 18)$$

В целях повышения эффективности процесса доставки МС для обеспечения повседневной деятельности ОМЧС должны применяться специальные модели оценки удельных затрат с использованием теории управления запасами.

С учетом их анализа зависимость удельных затрат на доставку от объема поставки МС, можно определить из соотношения:

$$c_{П} = \left[C_{П}^{пост} + C_{П}^{пер} V + c^{хр} \overline{Z} T\right] / V \quad (19)$$

где $\overline{Z}$ – средняя величина запасов МС, хранящихся на складе ОМЧС, т; $c^{хр}$ – стоимость содержания (хранения) единицы МС в единицу времени (как правило, в сутки), руб./сут.; T – интервал времени между поставками, сут.

Таким образом, при доставке МС транспортом поставщика, общие удельные затраты можно представить, как сумму постоянных и переменных затрат на транспортно-заготовительные расходы по созданию запасов и их хранению на складе ОМЧС между двумя поставками, приходящиеся на единицу МС.

Список литературы

1. Бабенков А.В., Калягин Д.А. Методика военно-экономического обоснования рациональных планов доставки материальных средств // Современные проблемы создания и эксплуатации вооружения, военной и специальной техники: материалы III Всероссийской научно-практической конференции. 2016. С. 117–122.

2. Топоров А.В., Бабенков В.И., Бабенков А.В. Обоснование способов повышения военно-экономической эффективности материально-технического обеспечения войск (сил) // Вестник Военной академии материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В. Хрулева, 2017. № 3 (11). С. 118–124.

3. Бабенков В.И., Биктимиров М.А. Обоснование рационального способа подвоза материальных средств войскам территориальной обороны // Региональные аспекты управления, экономики и права Северо-западного федерального округа России: межвузовский сборник научных трудов. Санкт-Петербург. 2017. С. 16–22.

4. Чижиков Э.Н., Бардулин Е.Н., Бабенков В.И. Анализ угроз экономической безопасности в чрезвычайных ситуациях // Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук. 2017. № 2 (97). С. 31–37.

5. Бабенков А.В. Методологические аспекты экономической эффективности логисти-

ческих процессов в системе материально-технического обеспечения // Вооружение и экономика. 2015. № 3 (32). С. 90–97.

6. Бабенков В.И., Бабенков А.В. Критерии оценки эффективности логистических процессов в системе материально-технического обеспечения // Коммерция и логистика: сборник научных трудов. Санкт-Петербург. 2011. С. 31–33.

7. Сафиханов А.А., Козин М.Н., Курбанов Т.Х. Факторы транспортной значимости арктической зоны Российской Федерации // Транспорт Азиатско-Тихоокеанского региона. 2016. № 2 (7). С. 6–9.

УДК 625.1

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНАЯ МАГИСТРАЛЬ «БЕЛКОМУР»: ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОЕКТА

Четчуев Максим Владимирович *– кандидат технических наук, руководитель научно-образовательного центра «Мультимодальные транспортные системы», доцент кафедры железнодорожных станций и узлов*

Викулов Егор Сергеевич *– факультет управления перевозками и логистики*

ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I

Аннотация. В статье изложена общая информация о железнодорожной магистрали «Беркомур»: описаны ее назначение и цель строительства, приводится краткая технико-эксплуатационная характеристика, даётся исторический обзор этапов развития. Отдельное внимание уделено проблемам в реализации проекта. В заключительной части статьи представлены сведения о дальнейших перспективах проекта.

Ключевые слова: Белкомур, железнодорожная магистраль, транспортный коридор, Республика Коми, Архангельская область, Пермский край

RAILWAY «BELKOMUR»: HISTORY AND CURRENT SITUATION OF THE PROJECT

Chetchuev Maksim V. – Ph.D., head of research and education center «Multimodal transport systems», associate professor of the department «Railway stations and junctions»

Vikulov Egor S. – faculty «Railway operation and logistics»

Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University

Abstract. This article contains general information about «Belkomur» railway: its destination and purpose are described, a brief technical and operational description is given and historical overview of the steps of development is given too. Special attention is paid to problems in realization of the project. The information about future outlook of project is presented in the final part of this article.

Keywords: Belkomur, railroad, transport corridor, Komi Republic, Arhangelsk region, Perm Region.

В основе проекта «Белкомур» заложена идея создания железнодорожной магистрали по направлению Архангельск – Сыктывкар – Пермь (Соликамск). Цель появления указанной магистрали заключается в обеспечении эффективного железнодорожного сообщения между промышленно развитыми районами Урала, Сибири и Дальнего Востока, а также сопредельных государств Азии с Северными и Северо-Западными территориями (включая Арктическую зону) нашей страны [1, 2]. Частично, назначение рассматриваемой железнодорожной

линии зашифровано в самом ее названии «Белкомур» – транспортный коридор Белое море – Коми – Урал. По имеющимся прогнозам [2–6] железнодорожная магистраль «Белкомур» позволит:

– снизить транспортные расходы и сроки доставки грузов за счёт сокращения расстояния перевозки (ориентировочно на 800 км);

– обеспечить необходимые инфраструктурные условия для реализации инвестиционных проектов создания новых или развития существующих промышленных производств;

– интенсифицировать социально-экономическое развития территорий Арктики, Европейского Севера и Урала за счет повышение их транспортной доступности и обеспеченности;

– повысить транзитный потенциал и конкурентоспособность транспортной системы Российской Федерации в рамках международных транспортных коридоров.

Предполагаемая протяжённость железнодорожной линии «Белкомур» составляет 1161 км [1, 5]. Условно, её можно разделить на два участка: Северный (от станции Архангельск до станции Микунь) и Южный (от станции Микунь до станции Пермь). Для реализации проекта в рассматриваемых границах потребуется строительство новых железнодорожных участков Сыктывкар (Язель) – Пермь (Соликамск) и Каропогоры – Вендинга общей протяженностью 712 км, а также реконструкция существующих участков Архангельск (Жаровиха) – Карпогоры и Вендинга – Микунь общей протяженностью 449 км. Схема размещения железнодорожной линии «Белкомур» представлена на рисунке.

Рисунок – Схема размещения железнодорожной линии «Белкомур»

Вопросы необходимости реализации проекта «Белкомур» является весьма актуальными и обсуждаемыми в настоящее время. Вместе с этим, следует отметить, что предположения об экономической целесообразности соединения городов Пермь и Архангельск прямым железнодорожным сообщением стали появляться более 100 лет назад.

Первые планы по строительству железной дороги между Уралом и Архангельском для экспорта российской продукции в страны Европы были озвучены ещё в начале XX века, в период интенсивного развития железных дорог в России. Но из-за изменения общей социальной, экономической и политической ситуаций в России они не были реализованы [2, 7].

Непосредственно к железнодорожным работам в местах предполагаемого прохождения магистрали «Белкомур» приступили вместе с созданием Северной угольно-металлургической базы только в середине 1930-х годов [3]. К началу 1950-х годов уже были построены участки Архангельск – Карпогоры и Вендинга – Микунь, с использованием которых осуществлялось освоение лесных ресурсов региона. Работы по обеспечению Заполярья железнодорожным сообщением продолжались бы и дальше, но в 1953-1954 годах были прекращены в связи с массовым амнистированием основной рабочей силы – заключенных ГУЛАГа. Таким образом, Северная часть магистрали «Белкомур» так и не была замкнута, поскольку остался недостроенным железнодорожный участок Каропогоры – Вендинга.

В дальнейшем к идее строительства железнодорожной магистрали вернулись только в конце XX века. В 1995 году за рассматриваемой железнодорожной линией было закреплено её официальное название линии – «Белкомур» [3]. В 1996 году была создана специальная компания-оператор ОАО МК «Белкомур» [2]. С этого года проектные институты «Ленгипротранс», «Уралгипротранс» и «Гипротранс ТЭИ» (ныне акционерное общество «Институт экономики и развития транспорта») приступили к разработке проектно-сметной документации. Впоследствии ОАО МК «Белкомур» при поддержке Министерства путей сообщений Российской Федерации и за счёт финансирования регионов-инициаторов были начаты строительные работы в Северной части магистрали на перегонах Карпогоры – Шарда (протяжённость 22,2 км) и Ертом – Вендинга (протяжённость 18 км) [3]. Однако, в условиях нестабильной экономической ситуации и финансового кризиса 1998 года, работы были остановлены в виду высокой стоимости затрат для реализации только силами субъектов Российской Федерации. Созданные в этот период объекты незавершенного строительства находятся в настоящее время на балансе ОАО МК «Белкомур» [2].

Следующий этап развития проекта пришелся на середину 2000-х годов. В период с 2007 по 2009 годы по инициативе заинтересованных регионов была подготовлена Комплексная программа инфраструктурного и промышленного развития Республики Коми, Пермского края и Архангельской области, основой которой является железнодорожная магистраль от Архангельска до Перми. Согласно разработанной программе строительство новых участков железнодорожной магистрали предполагалось полностью профинансировать за счет средств Инвестиционного фонда Российской Федерации, а реконструкцию существующих выполнить за счёт инвестиционных средств ОАО «РЖД» [2]. К 2009 году проект «Белкомур» был подготовлен к реализации и прошёл необходимые согласования в профильных министерствах и ведомствах [3]:

– включен в Транспортную стратегию Российской Федерации до 2030 года;

– включен в Стратегию развития железнодорожного транспорта Российской Федерации до 2030 года;

– утвержден Экспертным советом Министерства транспорта Российской Федерации;

– одобрен Инвестиционной комиссией при Инвестфонде Российской Федерации, как проект, имеющий общегосударственное значение.

Несмотря на это, на фоне мирового финансового кризиса и возникших бюджетных ограничений проект был очередной раз приостановлен.

Однако, следующий шаг в развитии проекта «Белкомур» был сделан уже в 2010 году [2]. Учитывая важность и значимость этого проекта Правительство Республики Коми, совместно с руководством Архангельской области и Пермского края обратилось в Правительство Российской Федерации с инициативой пересмотра общей концепции программы его реализации. Для сокращения объемов прямого финансового участия государства была выполнена проработка модели реализации проекта на принципах государственно-частного партнерства. В итоге проект «Белкомур» было предложено реализовывать в форме концессии. В 2011 году создание железнодорожного сообщения Архангельск – Пермь включено в Стратегию развития Северо-Западного Федерального округа [3]. В октябре 2012 года основные решения по проекту «Белкомур» были актуализированы. На заседании рабочей группы ОАО «РЖД» были окончательно согласованы основные технические параметры, прогноз грузовой базы, а также определены принципы взаимодействия сторон в процессе реализации проекта

[2, 7]. Провозная способность формируемой линии ориентировочно оценивалась в 35 млн т грузов в год. Основной объем грузовой базы по магистрали должны составлять новые грузы, при этом доля возникающих непосредственно в полигоне тяготения магистрали грузов составляет порядка 40%. Исходя из планируемой структуры грузопотока, больше половины будет приходиться на уголь. Также по магистрали предполагается возить химические и минеральные удобрения, нефтепродукты, лесные грузы и др., а также экспортные грузы, следующие из стран Северной Европы в Россию и транзитом в страны Юго-Восточной Азии.

В настоящее время проект железнодорожной магистрали «Белкомур» имеет все необходимые предпосылки и факторы для его успешной реализации. Интерес к проекту стали проявлять зарубежные инвесторы. В частности, в сентябре текущего года на сайте компании ОАО МК «Белкомур» [3] появилась информация о том, что потенциальным инвестором проекта готова выступить китайская компания Poly International Holding Co., Ltd. Ориентировочный объем инвестиций может дойти до 5,5 млрд долларов.

Список литературы

1. Белкомур: северная дорога к морю [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://territoryengineering.ru/infrastrukturnaya-revolyutsiya/belkomur-severnaya-doroga-k-moryu, (дата обращения 20.09.2018).

2. Кобзева М. «Белкомур»: когда благие намерения превратятся в дорогу [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.rbc.ru/economics/12/02/2013/570403629a7947 fcbd44597c, (дата обращения 20.09.2018).

3. Официальный сайт ОАО МК «Белкомур» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.belkomur.com, (дата обращения 20.09.2018).

4. Ломанова Б. К строительству железной дороги «Белкомур» привлекут китайские компании [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gudok.ru/ news/?ID=1374574.

5. Презентация проектов «Белкомур» и Архангельского порта прошла в Китае [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://rossaprimavera.ru/news/128102b0, (дата обращения 20.09.2018).

6. Белкомур [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/ wiki/ Белкомур, (дата обращения 20.09.2018).

7. Тараканов М.А. Транспортные проекты в Арктике: синхронизация, комплексность // Вестник Кольского научного центра РАН. 2014. № 1 (16). С. 80–85.

УДК 656.7

ГРАЖДАНСКАЯ АВИАЦИЯ РОССИИ НА РУБЕЖЕ XX-XXI ВЕКОВ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ РАЗВИТИЯ

Иванченко Вера Николаевна *– доцент, доцент кафедры истории и управления персоналом*

Иванова Мария Олеговна *– кандидат экономических наук, доцент, заведующая кафедрой истории и управления персоналом*

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации

Аннотация. В статье сделан обзор состояния отрасли на рубеже XX-XXI века, когда гражданская авиация переживала не простой период своего развития. Состояние гражданской авиации является одним из ключевых индикаторов развития экономики страны. В 1990-е годы резко сократились объемы перевозок, наблюдались кризисные явления в отечественном авиапроме, закрывались аэропорты. В 2000-х годах наметились тенденции на восстановление отрасли. В настоящее время цели развития воздушного транспорта определяет Транспортная стратегия Российской Федерации.

Ключевые слова: гражданская авиация, воздушный транспорт, импортозамещение, транспортная стратегия

HISTORICAL ASPECTS OF DEVELOPMENT OF CIVIL AVIATION AT THE TURN OF THE 20-21ST CENTURIES

Ivanchenko Vera N. – Associate professor, associate professor of history and human resource management

Ivanova Maria Ol. – Candidate of Economic Sciences, the associate professor and managing department of history and human resource management

St. Petersburg State University of civil aviation

Abstract. The article reviews the state of the industry at the turn of the XX-XXI century, when civil aviation was going through a difficult period of its development. The state of civil aviation is one of the key indicators of the country's economic development. In the 1990s, the volume of traffic decreased sharply, there were crisis phenomena in the domestic aviation industry, airports were closed. In the 2000s, there were trends in the recovery of the industry. Currently, the goals of air transport development are determined by the Transport strategy of the Russian Federation.

Keywords: civil aviation, air transport, import substitution, transport strategy.

Гражданская авиация является относительно молодой отраслью. В 2018 году ей исполнилось 95 лет. В своем развитии она имела как взлеты, так и стремительные падения. Кризис в авиации достиг своего апогея в 90-х годах XX века. Это было связано с распадом СССР и переходом Российской Федерации к рыночным отношениям, которые ознаменовали новый этап в истории гражданской авиации. Предусматривалось развитие конкуренции, появление различных форм собственности в интересах улучшения обслуживания пассажиров и народного хозяйства.

После провозглашения Россией суверенитета и выбора Президента 20 августа 1991 г., был издан указ «Об обеспечении экономического суверенитета РСФСР». Было упразднено Министерство гражданской авиации (МГА) СССР. В соответствии с Распоряжением Совета Министров РСФСР от 18.09.1991 № 1026-р был создан Департамент воздушного транспорта Министерства транспорта Российской Федерации, который принял функции Министерства гражданской авиации СССР на территории России. Перед ним была поставлена задача – ускорить создание на территории России самостоятельных, конкурирующих авиакомпаний с целью ликвидации монополии «Аэрофлота» на авиаперевозки. Департамент приступил к приватизации собственности авиапредприятий, ремонтных заводов, учреждений гражданской авиации и к коммерции. Процесс преобразования проходил сложно, так как территориальные управления обладали разным потенциалом. В одних была развита ремонтная база (Казахское УГА), в других – научная (Украина, Латвия), в третьих – сосредоточена первоклассная техника (Узбекистан, Азербайджан). В собственность государственных органов Российской Федерации было передано имущество, находившееся в управлениях МГА за рубежом и числящееся на оперативном учете на балансе созданного при МГА Международного коммерческого управления. Департаменту воздушного транспорта России был передан Центральный архив с документальными материалами и функциями Центрального архива ГА [1].

Международную коммерческую деятельность с июня 1991 г. стало осуществлять «Производственно-коммерческое объединение “Аэрофлот – советские авиалинии”», которое позже было преобразовано в авиакомпанию «Аэрофлот» – Российские международные авиалинии». Ей были переданы представительства «Аэрофлота» за рубежом. Была основана независимая, негосударственная Ассоциация эксплуатантов воздушного транспорта (АЭВТ). Она координировала работу воздушного транспорта на пространстве, которое недавно было единой страной. С марта 1992 г. в структуре гражданской авиации появилось новое подраз-

деление – спасательная авиация. В этом же году образована комиссия по регулированию воздушного движения «Росаэронавигация» для обеспечения безопасности полетов и совершенствования порядка использования воздушного пространства и системы управления воздушным движением [1].

В дальнейшем продолжалась реорганизация системы управления транспортным комплексом. Был издан Указ Президента РФ от 15.03.1996 № 382 «О совершенствовании системы государственного управления транспортным комплексом в Российской Федерации», согласно которому Департамент воздушного транспорта был преобразован в Федеральную авиационная службу России, а затем в Федеральную службу воздушного транспорта России (1999 г.), которую сменила Государственная служба гражданской авиации Министерства транспорта Российской Федерации (Приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 25.09.2000 № 103 «О структуре центрального аппарата Министерства»).

Стоит признать, что ситуация в отрасли на рубеже XX-XXI веков сложилась непростая. Гражданский авиационный парк значительно сократился, кризис 1990-х годов нанёс мощный удар по авиапрому, а в 2000-е годы перевозчики стали закупать преимущественно зарубежные воздушные суда и наземное оборудование. Таким образом, в настоящее время большинство авиаперевозок выполняется на самолетах западного производства. Следует отметить, что в 1990 г. в стране насчитывалось 14 тысяч летательных аппаратов в гражданской авиации, и все они были отечественного производства, а наша авиационная техника эксплуатировалась во многих странах мира.

Состояние гражданской авиации является одним из ключевых индикаторов развития экономики страны. В настоящее время авиакомпании и аэропорты ежегодно обслуживают более 100 млн. пассажиров. Однако к началу 1990-х годов около 133 предприятий гражданской авиации ежегодно перевозили более 120 млн. пассажиров, что составляло до 20% общего пассажирооборота страны. В этот период отечественный воздушный флот превратился фактически из транспорта общего пользования в элитный, который стал малодоступен широким слоям населения [2].

Гражданской авиации играет особую роль в развитии экономики нашей страны, т.к. 60% ее территории расположено близко к полярному кругу в районах, где крайне затруднена прокладка автомобильных и железных дорог. Поэтому единственным способом коммуникации там является авиасообщение, без которого невозможно ни жизнеобеспечение граждан, ни нормальное экономическое развитие регионов. Колоссальные природные богатства находятся в Арктике и Сибири, и эти районы мало заселены. Хозяйственное освоение отдаленных регионов требует создания транспортной инфраструктуры. Наиболее простой способ – запуск регулярных рейсов вертолётов и самолетов, способных приземляться на грунт в любых погодных условиях [3].

Поэтому важно развивать наземную инфраструктуру и строительство новых аэропортов. В настоящее время в России насчитывается всего 220 аэропортов федерального, регионального значения и местных воздушных линий, а в 1991 г. в Российской Федерации действовало 1450 аэропортов [4].

В настоящее время ведутся работы, направленные на импортозамещение. Для этого необходимо, чтобы аэропорты закупали отечественное, а не импортное, к тому же часто устаревшее, оборудование для своих взлетно-посадочных полос. Однако такая ситуация складывается еще и потому, что отечественные аналоги не сертифицированы. Надо отметить положительный момент, что к Чемпионату мира 2018 года многие аэропорты были обновлены и реконструированы.

В России необходима развитая малая, средне- и дальнемагистральная пассажирская авиация, надежные транспортные самолеты и вертолеты различного класса. Планируется существенно увеличить парк во всех сферах авиации: ближне-, средне- и дальнемагистральной. Нишу ближнемагистральной авиации должны занять: SSJ100;Ту-334; Ил-114;Ил-112. Предположительно с 2022 года на заводе «Иркут» начнется серийный выпуск самолетов Ил-114-300. С 2019 года пойдёт в серию Ил-112, причем одна часть самолетов будет использоваться в военно-транспортной авиации, а другая – в гражданской.

Улан-Удэнский авиационный завод планирует запустить серийное производство легких пассажирских самолетов ТВС-2ДТС для организации местного авиасообщения. Самолет ТВС-2ДТС придет на смену легендарного Ан-2. Особенностью нового самолета является то, что он практически полностью сделан из композитных материалов, а они легче и надежнее металлических сплавов. Установлен новый двигатель, работающий на авиационном керосине, а это топливо в пять раз дешевле бензина, который использует Ан-2. Кроме того, машина получила современное бортовое электронное оборудование и может летать как днем, так и ночью [5].

В истории современной гражданской авиации стал знаковым 2017 год, т.к. был совершен первый полет нового российского пассажирского среднемагистрального лайнера МС-21-300. Это абсолютно новый конкурентоспособный самолет. Крыло этого самолета полностью выполнено из композитных материалов – это так называемое «черное крыло». Суть в том, что в качестве наполнителя для него используется углеродное волокно. Конструкция легче алюминия, но прочнее любого металла, из которого обычно изготавливают самолёты. Отечественные специалисты впервые в мире использовали столько композитных материалов в конструкции крыльев. Использование новых материалов позволило уменьшить массу воздушного судна, снизить расход топлива и увеличить грузоподъемность.

Планируется заменить дальнемагистральные самолеты А330, А340, А380, Boeing 777 и Boeing 787 на Ил-96 – лайнер, на котором летает президент РФ. В зависимости от количества кресел машина будет выпускаться в двух вариантах: Ил-96-300 и Ил-96-400. Производство развёрнуто на Воронежском авиационном заводе. Ожидается, что через два года машины уже смогут подняться в воздух [6]. В 2007 году был выпущен самолет Sukhoi Superjet 100 (SSJ100). За десять лет на заводе в Комсомольске-на-Амуре было произведено более 150 бортов, которые в настоящее время выполняют полеты в российских и зарубежных авиакомпаниях, а также госструктурах. В частности, они эксплуатируются в Аэрофлоте, Газпромавиа, авиакомпаниях Якутия, Ямал, ИрАэро, Азимут, а также в МВД России, МЧС, СЛО Россия, РусДжет и за рубежом в Interjet (Мексика), CityJet (Ирландия), Королевских ВВС Таиланда и госструктурах Казахстана: В 2017 году прошла сертификация дополнительных топливных баков, что позволило увеличить дальность полёта бизнес-версии SSJ100 до 7 000 км [7]. Важным этапом в работе по расширению условий эксплуатации Sukhoi Superjet 100 стала сертификация модификации В100 с повышенной тягой двигателей, что улучшает взлётные характеристики самолета, предоставляя авиакомпаниям-эксплуатантам новые возможности. Такие характеристики самолета Sukhoi Superjet 100 могут быть интересны заказчикам из Западной Европы для выполнения полётов с коротких взлётно-посадочных полос, в том числе, в аэропортах, расположенных в черте города.

Успешное продвижение на рынок воздушных судов российского производства возможно только в том случае, если их приобретение и эксплуатация будут экономически выгодны для авиакомпаний по сравнению с эксплуатацией зарубежных аналогов. Это не только проблема авиапромышленности, но и вопрос государственной политики. Продукция российского авиапрома имеет потенциальную возможность занять значительную долю российского рынка самолетов и вертолетов. Развитие воздушного флота – это, по сути, вопрос национальной безопасности, т.к. обеспечивает независимость страны от любых санкций иностранных государств и дает возможность каждому гражданину реализовать свои конституционные права на свободное перемещение.

Авиация в целом, и гражданская авиация в частности, является носителем высоких технологий, что делает ее одним из «инновационных локомотивов» для экономики страны. Авиационная отрасль имеет ощутимый потенциал по освоению гражданских рынков. Например, объем общего рынка широкофюзеляжных самолётов, который будет достигнут в ближайшие 20 лет, эксперты оценивают в 6 трлн. долларов. Работы по созданию такого лайнера Россия планирует вести совместно с Китаем. Есть перспективы для использования газотурбинных двигателей в народном хозяйстве, что уже успешно демонстрирует целый ряд российских предприятий. Имеются и принципиально новые разработки. К ним можно отнести 500-киловатный электрический двигатель, который к концу 2019 года должен совершить

пробные полёты. Это сверхзвуковой пассажирский самолёт, который планируется создать на базе технологий, реализованных в проекте Ту-144, но с учётом требований к экономике и экологии. Существуют проекты в секторе малой авиации. Среди них – переработка для использования в авиационном сегменте двигателя от президентского «Кортежа». Работы по этому проекту будут завершены в течение двух ближайших лет. Параллельно идут заключительные испытания двигателя ПД-14, а также разработка перспективного двигателя для тяжёлых самолётов ПД-35. Если на сегодня двигатели – одно из самых слабых звеньев отечественного авиастроения в плане импортозамещения, то в ближайшее время проблема замещения иностранных двигателей для отечественных авиастроителей будет решена. Многое делается и в международной кооперации. Так, совместно с Китаем Россия будет разрабатываться не только широкофюзеляжный самолёт, но и тяжёлый вертолет. Однако надо иметь в виду, что участие в международной кооперации требует особого подхода и оценки рисков. Ещё совсем недавно российский авиапром работал в кооперации с полусотней предприятий Украины, после чего пришлось экстренно решать задачи импортозамещения. Проблемы с продвижением SSJ возникли тоже по причине того, что Россию подвели партнёры, не захотевшие сертифицировать свою продукцию надлежащим образом. Поэтому важно сохранять бдительность и просчитывать риски. Развивая международную кооперацию, Россия не должна ни попадать в зависимость от своих партнёров, ни становиться интеллектуальным донором.

У нашей страны есть все предпосылки к тому, чтобы отечественная гражданская авиация была конкурентоспособной. При этом базисом конкурентоспособности являются технологии, а значит – развитие авиационной науки [8].

Таким образом, можно сделать вывод, что гражданская авиация на рубеже XX-XXI веков пережила сложный этап, однако ее значимость для страны и тенденции развития последних лет дают возможность для положительного прогноза использования воздушного транспорта.

Список литературы

1. Иванченко В.Н., Иванова М.О., Богданов В.Г. История гражданской авиации: учебное пособие. СПб: Университет ГА. 2016. 156 с.

2. Ковригин М.С., Бурцев И.В. Проблемы и перспективы отечественной гражданской авиации // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2010. С. 32–34.

3. Новейшие разработки российской гражданской авиации. Режим доступа: https://finance.rambler.ru/economics/35685465/?utm_content=rfinance&utm_medium=read_more&utm_source=copylink (дата обращения: 15.11.2018).

4. Бачурин Е.В. Проблемы и перспективы развития гражданской авиации на современном этапе // Научный вестник московского государственного технического университета гражданской авиации. 2008. № 131. С. 7–17.

5. «Вертолеты России» начнут серийное производство легкого самолета ТВС-2ДТС в 2021 году // Вертолеты России. 2018. Электронный ресурс: http://www.russianhelicopters.aero/ru/press/news/samolet_proizvodstvo_2021/ (дата обращения 15.11.2018).

6. Авиация России: итоги 2017, планы на 2018. Электронный ресурс: Авиация России. Режим доступа: http://aviation21.ru/aviaciya-rossii-itogi-2017-plany-na-2018 (Дата обращения 15.11.2018).

7. 10 лет первого полета SSJ100/19.05.2018 // SUKHOI CIVIL AIRCRAFT. Электронный ресурс: http://www.scac.ru/ru/mediacenter/ten-years-since-ssj100-maiden-flight19-05-2018/2018/ (дата обращения 15.11.2018).

8. Авиационная наука: столетний юбилей – повод для оптимизма // Компетенции успеха. Центр экономического развития и сертификации – ЦЭРС ИНЭС. Электронный ресурс: https://profiok.com/news/detail.php?ID=7518#ixzz5Xf9qRcVD (дата обращения 15.11.2018).

УДК 656.11

НАДЕЖНОСТЬ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ЭФФЕКТИВНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ

Полтавская Юлия Олеговна *– кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры управления на автомобильном транспорте*

ФГБОУ ВО Ангарский государственный технический университет

Аннотация. Рассмотрено понятие надёжности, как одного из качественных показателей пассажирского транспорта, оказывающих влияние на эффективное функционирование транспортной системы. Предложены варианты оценки надёжности на основе данных о продолжительности движения, полученных с применением современных геоинформационных систем.

Ключевые слова: транспортная система, показатели качества, надёжность, пассажирские перевозки, геоинформационные системы, продолжительность движения.

RELIABILITY AS AN INDICATOR OPERATING BENEFITS TRANSPORT SYSTEM

Poltavskaya Yuliya O. – Ph.D., Senior lecturer of the Department management of automobile transport

Angarsk State Technical University

Abstract. The concept of reliability, as one of the quality indicators of passenger transport, affecting the operating benefits of the transport system is considered. Options for assessing reliability based on travel time data obtained by using modern geoinformation systems are proposed.

Keywords: transport system, quality index, reliability, passenger transportation, geoinformation systems, travel time.

В настоящее время важной проблемой пассажирского транспорта является необходимость повышения качественных характеристик его функционирования. К показателям качества пассажирских перевозок относятся показатели информационного обслуживания, комфортности, скорости, своевременности, сохранности багажа и безопасности [1]. Также, в литературе [2] приводится классификация показателей качества транспортного обслуживания пассажиров, одними из которых являются доступность, результативность, надёжность и удобство пользования.

Если в технике понятие «надежность» определяется, как свойство объекта выполнять заданные функции, сохраняя во времени и в заданных пределах значения установленных эксплуатационных показателей [3], то на транспорте, надёжность, являясь сложным свойством, оценивается «безопасностью совершения поездки, регулярностью сообщений и гарантированностью заявленного уровня обслуживания» [2].

Понятие надёжности является ключевым фактором в развитии транспорта России, поскольку является обязательным элементом системы оценки качества перевозок. Определяя весомость данного показателя среди остальных, стоит отметить, что для пользователей, то есть пассажиров, надёжность – это сочетание ряда характеристик: времени ожидания (определяется величиной маршрутного интервала), продолжительности поездки (желательно, приближающаяся к затратам времени достигаемым при использовании индивидуального транспорта). Но наиболее важной характеристикой надёжности является вариация продолжительности движения с использованием общественного пассажирского транспорта [4, 5]. Важность этого показателя обусловлена тем, что на его основании (в результате имеющегося опыта) пассажиры определяют необходимые затраты времени на достижение пункта назначения, обеспечивающие высокую надежность передвижения [6].

Вариации продолжительности движения происходят, в частности, на сильно перегруженных дорогах, где однократные события (например, дорожно-транспортное происшествие или ремонтные работы участка дорожной сети) могут привести к значительным изменениям в задержках движения.

Вариации эксплуатационных затрат менее очевидны для пользователей, но могут включать непредвиденное обслуживание своего автомобиля. Вариации временных затрат на парковку обычно игнорируются, но могут потребовать дополнительного времени, чтобы найти парковочное место, или дополнительные затраты на парковку в более дорогой области, чем обычно.

Вариации продолжительности движения на транспорте обычно вызваны либо сбоем в функционировании самой транспортной системы, либо техническим состоянием транспортных средств [7].

В современных условиях для оценки надёжности функционирования транспортной системы могут использоваться данные, получаемые на основе геоинформационных систем [8, 9]. Система включает в себя три основных компонента: спутниковая система (GPS/ГЛОНАСС), информационная система и система архивации данных. Спутниковая система предоставляет информацию о местоположении транспортного средства в режиме реального времени, которая фиксируется бортовым компьютером и затем передается в диспетчерский центр. Транспортные средства, оборудованные данными системами, могут быть личным, общественным транспортом или грузовым автомобилем. Возможны два метода сбора информации о продолжительности движения по маршруту:

− сбор данных, поступающих с подвижного состава городского общественного пассажирского транспорта (ГОПТ), оборудованного спутниковыми системами;

− сбор данных с применением легковых автомобилей, с использованием GPS-навигатора.

Бортовое оборудование подвижного состава ГОПТ является источником информации о данных мониторинга времени движения в режиме реального времени или в виде архивных форматов.

Бортовое оборудование общественного транспорта записывает время прибытия, отправления с остановочного пункта, фиксирует количество остановочных пунктов, а также местоположение (в плоскости с координатами X-Y) по всему маршруту следования. Пример данных представлен на рисунке 1.

Дата	Гаражный номер	Время прибытия	Время отправления	Направление	№ поездки	Идентификатор местоположения			Пассажиропоток			Max скорость	Расстояние	X координаты	Y координаты
01NOV2001	2105	8:53:32	8:53:28	0	1120	4964	0	0	0	0	0	41	10558.58	7644468	676005
01NOV2001	2105	8:55:00	8:54:46	0	1120	4701	4	0	0	0	1	50	15215.05	7649112	676328
01NOV2001	2105	8:56:22	8:55:08	0	1120	4537	36	3	0	6	0	34	15792.35	7649674	676220
01NOV2001	2105	8:57:44	8:57:08	0	1120	4622	5	2	0	0	1	47	18500.66	7652240	675442
01NOV2001	2105	8:58:20	8:57:56	0	1120	4625	6	2	0	0	1	36	19395.29	7653071	675084
01NOV2001	2105	8:59:02	8:58:24	0	1120	4627	18	2	0	0	10	26	19927.71	7653552	674903
01NOV2001	2105	8:59:26	8:59:16	0	1120	4630	0	0	0	0	0	27	20349.21	7653984	674836
01NOV2001	2105	8:59:38	8:59:32	0	1120	4636	0	0	0	0	0	36	20933.38	7654544	674671
01NOV2001	2105	9:00:04	8:59:40	0	1120	4641	5	1	0	0	0	28	21485.01	7655065	674508
01NOV2001	2105	9:00:32	9:00:10	0	1120	4644	0	0	0	0	0	30	21991.62	7655576	674439
01NOV2001	2105	9:01:16	9:00:42	0	1120	4647	13	1	0	2	2	29	22551.43	7656141	674443
01NOV2001	2105	9:01:36	9:01:30	0	1120	4648	0	0	0	0	0	33	23427.98	7657009	674494
01NOV2001	2105	9:02:24	9:01:56	0	1120	4651	10	2	0	3	2	36	24449.92	7658021	674542

Рисунок 1 – Пример данных, поступающих с бортового оборудования ГОПТ

Также система сохраняет данные о максимальной скорости, которая была достигнута между остановочными пунктами. Положение подвижного состава ГОПТ рассчитывается каждую секунду, с точностью позиционирования ±10 метров в пространстве [10].

GPS-оборудование позволяет получать характеристики о времени в движении; времени простоя (когда скорость движения менее 5 км/ч); максимальной и средней скорости движения по маршруту (табл.).

Таблица – Данные, полученные с GPS-оборудования легкового автомобиля

Дата	03.03.2015						
День недели	ВТ						
MAX скорость, км/ч	61,3	59,2	63,7	65,1	59,3	58,1	57,6
Средняя скорость, км/ч	32,7	31,4	32,5	33,3	33,7	30,9	31,1
Протяженность маршрута, км	16,36						
Начало движения	7:58	8:12	10:07	12:58	13:44	14:31	16:27
Время в движении	0:32:06	0:29:56	0:27:59	0:29:04	0:27:55	0:29:57	0:26:57
Время простоя	0:04:58	0:03:19	0:03:34	0:04:32	0:03:24	0:03:09	0:03:20
Время в пути	0:37:04	0:33:15	0:31:33	0:33:36	0:31:19	0:33:06	0:30:17

Следует отметить взаимосвязь между вариацией времени в пути и вариацией времени прибытия. Если время отправления определено (как предполагается в ряде исследований), то вариация времени в пути эквивалентна вариации времени прибытия, и в транспортных исследованиях можно сосредоточиться на одном из показателей. Также, прослеживается зависимость вариации продолжительности движения от протяженности маршрута (рис. 2). При увеличении длины маршрута наблюдается нарастание вариационного размаха продолжительности движения.

Полученные данные исследуются, устанавливаются вариации продолжительности движения, минимальные и максимальные значения в различные периоды суток, дни недели. Далее на основе полученных данных о вариации можно характеризовать функционирование транспортной системы и проводить оценку ее надежности.

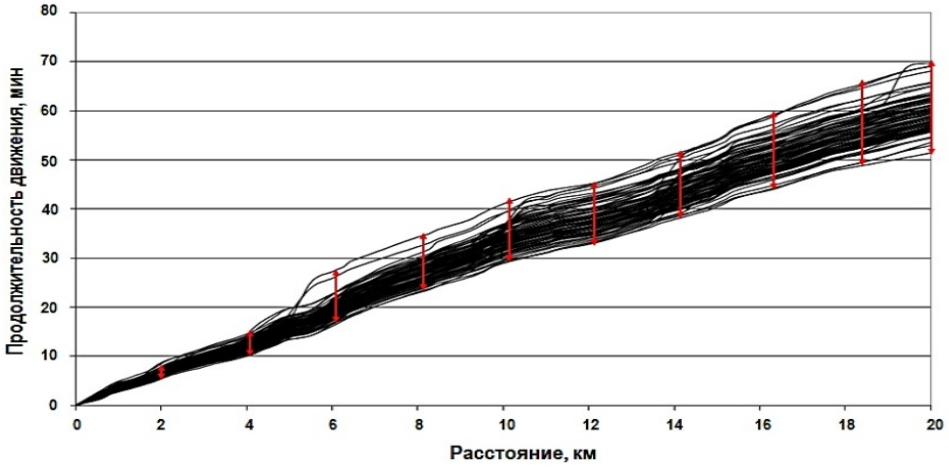


Рисунок 2 – Увеличение вариационного размаха продолжительности движения по расстоянию

Таким образом, понятие надёжности можно трактовать, как свойство транспортной системы сохранять фиксированный вариационных размах значения продолжительности движения пассажира во времени и в заданных пределах.

Список литературы

1. ГОСТ Р 51004-96. Услуги транспортные. Пассажирские перевозки. Номенклатура показателей качества. – Введ. 01.01.97. – М. : Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1996. 5 с.

2. Спирин И.В. Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. 5-е изд., перераб. – М.: Издательский центр «Академия». 2010. С. 333–340.

3. Полтавская Ю.О. Качественные характеристики функционирования городского общественного пассажирского транспорта (ГОПТ) // Сборник научных трудов Ангарского государственного технического университета. 2015. Т. 1. № 1. С. 260–266.

4. Полтавская Ю.О. Обзор состояния пассажирских перевозок и надежности функционирования городского транспорта на примере зарубежных государств // Вестник Ангарского государственного технического университета. 2015. № 9. С. 200–203.

5. Шаров М.И., Чекин Е.И., Головных И.М. Оценка надежности работы городского пассажирского транспорта в Иркутске // Совершенствование образования в области городского и транспортного планирования: материалы Рос.–Герм. конф. по транспортно-градостроительному планированию (Иркутск, 25 – 26 июня 2012 г.). Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2012. С. 53–59.

6. Lyman K., Bertini R.L. Using Travel Time Reliability Measures to Improve Regional Transportation Planning and Operations // Submitted for presentation and publication to the 87th Annual Meeting of the Transportation Research Board, January 13–17, 2008. – 14 p.

7. Лебедева О.А. Транспортная инфраструктура как основополагающий фактор эффективного функционирования экономики страны / Лебедева О.А., Гаммаева З.Н., Кондратенко Т.В. // Сборник научных трудов Ангарского государственного технического университета. 2018. Т. 1. № 15. С. 125–130.

8. Mazloumi E., Currie G., Rose G. Using GPS data to gain insight into public transport travel time variability // Journal of Transportation Engineering, 136, 2010. – p. 623-631.

9. Лебедева О.А. Показатели оценки эффективности работы общественного транспорта // Современные технологии и научно-технический прогресс. 2018. Т. 1. С. 108–109.

10. Полтавская Ю.О. Оценка надежности функционирования городского общественного пассажирского транспорта с использованием геоинформационных технологий: диссертация ... кандидата Технических наук: 05.22.10 / Полтавская Юлия Олеговна; [Место защиты: ФГБОУ ВО Иркутский национальный исследовательский технический университет], 2017.

УДК 656.02

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ ПОСРЕДСТВОМ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ МОНИТОРИНГА ПАССАЖИРОПОТОКОВ

Лебедева Ольга Анатольевна *– кандидат технических наук, доцент*
ФГБОУ ВО Ангарский государственный технический университет

Аннотация. Отмечены факторы, влияющие на эффективное функционирование городской транспортной сети. Приведены современные методы мониторинга пассажиропотока посредством применения различного оборудования и его функций. Указывается на необходимость учета данных о пассажиропотоках для оперативного управления транспортной сетью в режиме реального времени. Одним из возможных приемов обработки данных, поступающих с оборудования, является расчет межрайонной матрицы.

От достоверности полученных данных, зависит общая эффективность работы системы, поэтому анализ погрешностей, возникающих при мониторинге пассажиропотока, является важным этапом работы.

Ключевые слова: пассажиропоток, транспортное обслуживание, точность, межрайонная матрица, пассажирские перевозки, детекторы, смарт-карты.

EFFECTIVENESS INCREASE TRANSPORT NETWORK BY MEANS OF MODERN MONITORING METHODS OF PASSENGER TRAFFIC

Lebedeva Olga A. – Ph.D., Associate Professor
Angarsk State Technical University

Abstract. The factors affecting operating benefits of urban transport network are considered. Modern methods of monitoring passenger traffic by the use of various equipment and its functions are given. It is necessary to take into consideration data on passenger traffic for the operational management of the transport network in real time. One of the possible methods data processing coming from the equipment is the calculation of the inter-district matrix.

The overall efficiency of the system depends on the reliability of the data obtained therefore the analysis of errors that occur when monitoring passenger traffic is an important stage of work.

Keywords: passenger traffic, transport service, accuracy, inter-district matrix, passenger transportation, detectors, smart cards.

Эффективность функционирования транспортного комплекса тесно связана с рядом факторов, таких как использование современных технологий, взаимодействие сети путей сообщения, развитие городского общественного транспорта России.

В условиях роста парка индивидуального автомобильного транспорта возникает необходимость повышения конкурентных свойств общественного транспорта, которые могут быть усилены за счет эффективности оперативного управления системой. Городской общественный транспорт имеет важное социальное и экономическое значение, обеспечивая населения возможностью доставки до мест приложения труда и отдыха.

Статистический учет объемов перевозок не отражает реального положения и приводит к искажению статистической отчетности, соответствующих выводов и управленческих решений по вопросам обеспечения работы общественного транспорта. В связи с этим необходимо совершенствование существующей системы статистического учета.

Наиболее эффективным инструментом получения информации о пассажиропотоках является специализированное оборудование, которые находит все более широкое применение.

Оценка пассажиропотока о загруженности может включать либо опрос проводимый учетчиками, либо получение информации в режиме реального времени с оборудования.

Первый способ сейчас утратил свою актуальность, так как является дорогостоящим и требует больших временных затрат. Полученные данные важны как для перевозчиков, так и для пассажиров. Для перевозчиков они позволят снизить эксплуатационные расходы и воздействие на окружающую среду, за счет оптимизации использования парка подвижного состава. Для пассажиров – повысить комфортность поездки и избежать переполненности подвижного состава.

Рассмотрим основные варианты специализированного оборудования, которое можно применять для мониторинга пассажиропотоков (табл.).

Таблица – Современные методы мониторинга

N/N	Вид оборудования	Функции
1.	Видеодетекторы	• видео учет количества перевезенных за определенное время пассажиров; • GPS/GLONASS мониторинг; • контроль расхода топлива; • формирование базы маршрутов и расписаний с учетом различных показателей; • анализ плотности пассажиропотока в определенные временные интервалы.
2.	Инфракрасные датчики	• учет и анализ пассажиропотоков; • оптимизация расписания движения, маршрутной сети, тарифной политики, типов используемого подвижного состава; • контроль выручки, сдаваемой персоналом; • обеспечение автоматического контроля уровня оплаты проезда (совместно с системой оплаты проезда).
3.	Механические датчики	• индикация наличия пассажира в салоне.
4.	Сенсоры Bluetooth / дополненные Wi-Fi данными	• учет данных о пассажиропотоке на остановочном пункте.
5.	Смарт-карты	• внедрение интеллектуальных электронных билетов; • мониторинг транспортных средств; • мониторинг пассажиропотоков.

Первые три метода достаточно подробно представлены в литературе [1]. Рассмотрим такой метод, как сенсоры Bluetooth/дополненные Wi-Fi данными. Он базируется на обнаружении мобильных устройств пассажиров, контролируя извлечение информации о пассажиропотоке на остановочном пункте. Метод, отличается простотой и удобством, не требует дополнительного оборудования и приложений, практически не дает сбоев. Результаты таких обследований показывают, что имеется корреляция между полученными данными, поведением пассажиров и влиянием иных факторов (например, посадки пассажира в автобус). Сложность может быть вызвана: множеством остановочных пунктов для различных видов транспорта территориально находящихся на небольшом расстоянии друг от друга; населением, проходящим мимо остановочного пункта, либо провожающим пассажиров на автобус, но не осуществляющим посадку в него. Поэтому информации о захвате и анализе пакетов Wi-Fi может быть не всегда достаточно для прогнозирования потоков [2].

Технические данные: сенсоры Bluetooth обычно дополняются Wi-Fi. Полученные треки на основе устройства Bluetooth и / или Wi-Fi адреса, переведены на уникальный, анонимный идентификатор. Датчики настраиваются обычно в диапазоне от 1 до 10 метров (от 3 до 30 м с направлением антенны).

Альтернативным методом является применение смарт-карты. Такая технология предлагает получение информации о передвижениях и связана с использованием смарт-карты (идентификации радиочастотной технологии) в городских системах общественного пассажирского транспорта. Актуальность такого метода заключается во внедрении интеллектуальных электронных билетов и систем мониторинга транспортных средств. Смарт-карты обычно применяются пассажирами системы общественного транспорта, являясь потенци-

альными поставщиками информации о транспортном процессе. С помощью распознавания данных идентификации смарт-карт будет предоставляться информация, и осуществляться учет пассажиропотоков и отслеживание транспортных средств [3].

Использование полученной информации дает возможность для эффективного функционирования транспортной инфраструктуры, позволяя разрабатывать системы управления в режиме реального времени с учетом пассажирского спроса и систематизацией и восстановлением межрайонной матрицы [4]. Ее расчет является одним из возможных приемов обработки данных. Методы оценки точности мониторинга пассажиропотоков, позволяют повышать качество обработки данных, поступающих со специального оборудования и использовать эти данные для оперативного управления и транспортного планирования. От достоверности анализа данных пассажиропотоков общественного транспорта зависит общая эффективность работы систем. Сложность разработки методики оценки точности заключается в проблематичности получения реальных данных на предприятиях и отсутствием интереса у поставщиков относительно качества полученной информации.

Анализ погрешностей, возникающих при мониторинге пассажиропотока, включает оценку показателей точности измерений пассажиропотоков с применением оборудования. Точность оценивается применительно к следующим показателям [5]: количество пассажиров в день перевезенных за один рейс; количество пассажиров в день на маршруте в одном направлении; количество пассажиров перевезенных одной единицей подвижного состава за день.

Ошибка измерений рассматривается как: дисбаланс на отдельном рейсе; суточный дисбаланс на одной единице подвижного состава; суточный дисбаланс на всем подвижном составе маршрута в одном направлении.

За весь период обследований на маршруте могут быть получены следующие характеристики суточного дисбаланса на единице подвижного состава: максимальный отрицательный: Xmin; максимальный положительный: Xmax; среднеквадратическое значение дисбаланса X; ошибка оценки среднего.

В результате аналитической обработки полученных данных, возможно, получить пространственные и временные характеристики пассажиропотоков, как на отдельных маршрутах, так и на маршрутной сети в целом, в том числе и следующие основные показатели транспортной работы [6, 7]: объем пассажироперевозок A (час, сутки, месяц, квартал, год); объем транспортной работы (пассажирооборот) Q (пасс/ч., пасс/сут., пасс/год); протяженность маршрута L(км); средняя длина поездки Lср; пассажиропоток; коэффициент неравномерности $k_Н$; коэффициент неравномерности по длине $k_Д$; коэффициент неравномерности по направлению $k_{напр}$; коэффициент часового максимума P; коэффициент неравномерности во времени; частота или интервалы движения I; эпюра пассажиропотоков; число перевезенных пассажиров на прямом и обратном рейсах маршрута; наполнение салона на перегоне; пассажирооборот остановки (число вошедших и вышедших пассажиров); число пассажиров, проехавших между каждой парой остановок маршрута (межрайонных корреспонденций); коэффициент неравномерности пассажиропотока; потребность в подвижном составе и распределение подвижного состава между маршрутами и по часам суток.

Задача повышения эффективности работы транспортной сети [8, 9] решается посредством применения современных методов мониторинга пассажиропотоков и оценки точности полученных данных.

Выбор метода мониторинга зависит от необходимых данных о перевозочном процессе и финансовой политики предприятия.

Целью мониторинга пассажиропотоков, является повышение качества транспортного обслуживания населения и обеспечение эффективного использования подвижного состава на маршрутной сети.

Список литературы

1. Лебедева О.А. Совершенствование методов мониторинга пассажиропотоков на маршрутах городского пассажирского транспорта общего пользования: дис. … канд. техн. наук; 05.22.10. Иркутск, 2014. 172 с.

2. Pengfei Zhou, Yuanqing Zheng, and Mo Li. How long to wait?: predicting bus arrival time with mobile phone based participatory sensing. Proceedings of the 10th international conference on Mobile systems, applications, and services (ACM), pages 379–392, 2012.

3. Handbook Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards and Identification, Overview of the most important procedures self-ID – RfiD, Second Edition - John Wiley & Sons 2003.

4. Михайлов А.Ю. Оценка матрицы корреспонденций в виде задачи линейного программирования со смешанными ограничениями // Вестн. Оренбур. гос. ун-та. Автотранспортные системы. 2004. № 5. С. 95–99.

5. Лебедева О.А., Михайлов А.Ю. Основные показатели оценки точности измерений пассажиропотока с применением детекторов входа/выхода // Вестник ИрГТУ. 2012. № 8 (67). С. 115–118.

6. Лебедева О.А. Расчет основных характеристик маршрута на основе межостановочной матрицы // Вестник ИрГТУ. 2012. № 9 (68). С. 145–148.

7. Полтавская Ю.О. Оценка основных характеристик пассажиропотока на маршруте № 3 г. Ангарска // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2016. № 5 (112). С. 187–192.

8. Колесников М.В., Долгий А.И. Стратегические приоритеты развития транспорта в России // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2017. СПб: ИПТ РАН. 2017. С. 66–69.

9. Кумиров С.В., Аверьянов Д.А., Белов Д.Я. Использование современных логистических программ в составе автоматизированных систем управления транспортными потоками. Стратегические приоритеты развития транспорта в России // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2017. СПб: ИПТ РАН. 2017. С. 73–76.

УДК 519.853.2

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ОБРАТНОЙ К ЗАДАЧЕ ПОИСКА РАВНОВЕСНОГО ВРЕМЕНИ ДВИЖЕНИЯ

Крылатов Александр Юрьевич *– кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математического моделирования энергетических систем*

ФГБОУ Санкт-Петербургский государственный университет;

старший научный сотрудник лаборатории проблем организации транспортных систем

ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко
Российской академии наук

Широколобова Анастасия Павловна *– ассистент кафедры математического моделирования энергетических систем*

ФГБОУ Санкт-Петербургский государственный университет

Аннотация. В данной работе сформулирована двойственная задача распределения транспортных потоков, в которой в качестве двойственных переменных выбраны время движения по дугам сети и множители Лагранжа прямой задачи, соответствующие равновесному времени передвижения между заданными парами районов отправления-прибытия. Таким образом, решением сформулированной задачи будет время движения по дугам и время перемещения между каждой парой районов отправления-прибытия по

любому из используемых маршрутов в состоянии конкурентного равновесия Вардропа. Рассмотрена прямая и обратная задачи поиска равновесного времени движения. Значения спроса на перемещение между парами районов отправления-прибытия однозначно определены для случая линейной и нелинейной сети из непересекающихся маршрутов.

Ключевые слова: задача распределения потоков, равновесие Вардропа, теория двойственности, прямая и обратная задачи, равновесное время передвижения, линейная сеть из непересекающихся маршрутов, нелинейная сеть из непересекающихся маршрутов.

DUAL EQUILIBRIUM TRAVEL TIME SEARCH PROBLEM SOLUTION

Krylatov Alexander Yu. – Ph.D., Associate Professor of Department of Mathematical Modelling of Energetic Systems

Saint-Petersburg University;

Researcher of Laboratory of the Organization of Transport Systems

Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences

Shirokolobova Anastasiya P. – assistant of Department of Mathematical Modelling of Energetic Systems

Saint-Petersburg University

Abstract. Present paper is formulated the dual traffic assignment problem. The travel time on the edges and the primal problem Lagrange multipliers, which corresponds to the equilibrium travel time between pairs of origin and destination, were chosen as dual variables. Thus, the above problem solution is the travel time on the edges and the travel time between OD-pair on the any actually used route under the assumption of user equilibrium. The primal and dual problems of equilibrium travel time searching are considered. The volumes of the travel demand between OD-pairs were defined uniquely for the cases of linear and nonlinear network of non-intersecting routes.

Keywords: traffic assignment problem, user equilibrium, duality theory, user equilibrium, primal and dual problem, equilibrium travel time, linear network of non-intersecting routes, nonlinear network of non-intersecting routes.

В XXI веке мы все чаще сталкиваемся с транспортными проблемами. Непрерывный рост количества автомобилей в крупных городах приводит к перегруженности улично-дорожной сети, пробкам, нехватке мест для парковки, загрязнению окружающей среды и другим неприятным последствиям. Для внесения эффективных инфраструктурных изменений в транспортную сеть необходима актуальная информация о трафике, а в частности, информация о спросе на перемещения между узлами транспортной сети. При анализе распределения загрузки по дугам дорожной сети транспортные инженеры используют поведенческие принципы. Одним из наиболее распространенных таких принципов является конкурентное равновесие Вардропа. Информация о спросе на перемещение представляется в виде матрицы корреспонденций. Задача оценки матрицы корреспонденций привлекает внимание большого количества исследователей, при этом методики решения этой задачи не так хорошо проработаны. В данной статье предложен поход к оценке спроса на перемещения, в основе которого лежит решение задачи обратной к задаче поиска равновесного времени передвижения. Для случая линейной сети из непересекающихся маршрутов и нелинейной сети из непересекающихся маршрутов удалось однозначно определить значение спроса на перемещение по известному времени движения по любому из используемых маршрутов.

Задача равновесного распределения потоков

Будем рассматривать транспортную сеть произвольной топологии, представленную в виде ориентированного графа $G=(V,\ E)$, состоящего из множества V последовательно пронумерованных узлов, $|V|=\mathrm{v}$, и множества E последовательно пронумерованных дуг, $|E|=\mathrm{m}$. Б использовать следующие обозначения: множество W пар районов отправления-прибытия, $W\subseteq V\times V$, $|W|=n$, $w\in W$; R^w – множество маршрутов между парой w районов отправления-

прибытия, $R=\left\{R^w\right\}_{w\in W}$, $|R|=\mathrm{r}$; $x_e\ge 0$ транспортный поток на дуге $e\in E$, $x=\left(\ldots,x_e,\ldots\right)^{\mathrm{T}}$; $t_e(x_e)$ – непрерывно дифференцируемая строго возрастающая функция для $x_e\ge 0$, моделирующая временные затраты на движение единицы потока x_e по дуге e, $e\in E$; $f_r^w\ge 0$ – поток по маршруту $r\in R^w$ между парой w, $f^w=\left\{f_r^w\right\}_{r\in R^w}$ и $f=\left\{f^w\right\}_{w\in W}$; $F^w>0$ – совокупный транспортный спрос на перемещение между парой $w\in W$, $\sum\limits_{r\in R^w} f_r^w=F^w$; $\delta_{e,r}^w$ индикатор: 1, если дуга e входит в маршрут $r, r\in R^w$, и ноль в противном случае.

Формально, в рамках введенных обозначений, конкурентным равновесием в сети является такое распределение потоков F^w, $w\in W$, по маршрутам сети f, что

$$\sum_{e\in E} t_e(x_e)\cdot\delta_{e,r}^w \quad \begin{cases} =\mathrm{t}^w, & \text{если } f_r^w>0, \\ \ge \mathrm{t}^w, & \text{если } f_r^w=0, \end{cases} \quad \forall r\in R^w$$

при

$$x_e=\sum_{w\in W}\sum_{r\in R^w} f_r^w\delta_{e,r}^w,$$

где $\mathrm{t}^w>0$ – равновесное время движения по всем используемым маршрутам между парой районов отправления-прибытия $w, w\in W$ [1, 2]. Введем вектор $\mathrm{t}=\mathrm{t}_{n\times 1}=(\ldots,\mathrm{t}^w,\ldots)$, $w\in W$.

Впервые математическая формализация задачи поиска конкурентного равновесия была предложена в [1]:

$$Z(x^*)=\min_x \sum_{e\in E}\int_0^{x_e} t_e(u)du \tag{1}$$

при ограничениях

$$\sum_{r\in R_w} f_r^w=F^w, \quad \forall w\in W \tag{2}$$

$$f_r^w\ge 0, \qquad \forall w\in W \tag{3}$$

и при выполнении соотношений

$$x_e=\sum_{w\in W}\sum_{r\in R^w} f_r^w\delta_{e,r}^w, \quad \forall e\in E \tag{4}$$

Доказано, что решение x^* задачи (1) – (4) соответствует равновесному распределению спроса на перемещение по дугам сети [1, 3].

В задаче (1)–(4) значения величин спроса на перемещение являются входными данными модели. Другими словами, в задаче равновесного распределения потоков по известным парам узлов отправления-прибытия и значениям величин (положительных) спроса между этими узлами требуется найти равновесные величины потоков на дугах. Представляется

естественным под задачей обратной к задаче равновесного распределения потоков (1)–(4) понимать задачу нахождения пар узлов отправления-прибытия, а также значений величин спроса на перемещение между ними по заданным значениям величин потоков на дугах транспортной сети. Однако нас больше интересует взаимосвязь с равновесным временем движения между парами районов отправления-прибытия.

Прямая и обратная задачи поиска равновесного времени движения

Согласно первому принципу Вардропа, задача равновесного распределения потоков заключается в поиске такого распределения потоков, при котором время движения по всем используемым маршрутам между каждой ОП-парой одинаково и меньшего времени движения не может достигнуть ни один участник движения. Таким образом, представляется естественным при моделировании процессов сетевого равновесия в качестве искомых переменных сразу использовать время движения по дугам сети и время движения между ОП-парами.

Введем переменную μ_e, являющуюся временем движения по дуге $e \in E$, $\mu = \mu_{\mathrm{m}\times 1} = (\ldots, \mu_e, \ldots)^{\mathrm{T}}$. Двойственной задачей в силу функции Лагранжа к задаче равновесного распределения потоков (1)–(4) является следующая задача [4]:

$$\left(\mathrm{t}^*,\ \mu^*\right) = \arg\max_{\mathrm{t},\mu}\left[\theta(\mu) + \Xi(\mathrm{t},\mu)\right] \tag{5}$$

где

$$\theta(\mu) = \sum_{e\in E} \min_{x_e \geq 0}\left(\int_0^{x_e} t_e(s)ds - \mu_e x_e\right),$$

и

$$\Xi(\mathrm{t},\mu) = \sum_{w\in W} \min_{f_r^w \geq 0, \forall r\in R^w}\left(\sum_{r\in R^w}\left(\sum_{e\in E}\mu_e \delta_{e,r}^w - \mathrm{t}^w\right) f_r^w + \mathrm{t}^w F^w\right).$$

Доказано, что решение $\left(\mathrm{t}^*,\ \mu^*\right)$, задачи (5) соответствует равновесному распределению спроса на перемещение по дугам сети [4, 5].

В задаче (5) значения величин спроса на перемещение являются входными данными модели, а время движения по дугам и равновесное время движения между каждой ОП-парой переменные искомые величины. Представляется естественным ставить задачу нахождения пар узлов отправления-прибытия, а также значений величин спроса на перемещение между ними по заданным значениям временных затрат на сети [6, 7].

С одной стороны, единственность решения задачи поиска равновесного времени движения в общем случае гарантируется более слабыми условиями, чем единственность решения задачи равновесного распределения потоков в транспортной сети ([4], теорема 2.5). С другой стороны, на практике оценка времени движения потоков по элементам транспортной сети зачастую может быть проведена с большей точностью при меньших затратах, чем количественная оценка самих потоков.

Рассмотрим сеть из непересекающихся маршрутов. Сеть представлена ориентированным графом с двумя узлами, образующими пару районов оправления-прибытия. Заданную пару районов отправления-прибытия соединяют n дуг, которые в данном случае являются маршрутами (рис.).

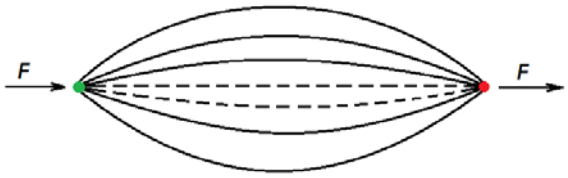


Рисунок – Сеть из параллельных маршрутов

Введем следующие обозначения: $F-$ транспортный спрос между парой районов отправления-прибытия; x_i- транспортный поток по маршруту i, $i=\overline{1,n}$, $x=(x_1,\ldots,x_n)$, $\sum_{i=1}^{n} x_i = F$. Пусть время движения по дуге i моделируется функцией $t_i(x_i)=a_i+b_i(x_i)^m$, $m>1$, $a_i>0$, $b_i>0$, для всех $i=\overline{1,n}$, где a_i – время свободного движения по дуге i, b_i – характеристика пропускной способности дуги, $i=\overline{1,n}$. В таком случае задача (1)–(4) примет вид

$$x^* = \arg\min_x \sum_{i=1}^{n} \int_0^{x_e} t_i(u)du \tag{6}$$

при ограничениях

$$\sum_{i=1}^{n} x_i = F, \tag{7}$$

$$x_i > 0 \quad \forall i=\overline{1,n}. \tag{8}$$

Справедлива следующая

Теорема. Рассмотрим сеть из непересекающихся маршрутов при $t_i(x_i)=a_i+b_i(x_i)^m$, $m>1$ $a_i>0$, $b_i>0$, для всех $i=\overline{1,n}$. Спрос на перемещение между узлами отправления-прибытия может быть однозначно определен и имеет следующий явный вид:

$$F=\sum_{i=1}^{k} \sqrt[m]{\frac{\mathrm{t}^1-a_i}{b_i}},$$

где k определяется из условия $a_1 \le \ldots \le a_k < \mathrm{t} \le a_{k+1} \le \ldots \le a_n$.

Доказательство. Выпишем функцию Лагранжа задачи обратной к задаче поиска равновесного времени движения (5) при $t_i(x_i)=a_i+b_i(x_i)^m$, $m>1$ $a_i>0$, $b_i>0$, для всех $i=\overline{1,n}$.

$$L=\sum_{i=1}^{n} \int_0^{x_a} t_a(u)du + \mathrm{t}^1\left(F-\sum_{i=1}^{n} x_i\right) + \sum_{i=1}^{n} \xi_i(-x_i),$$

где $x_i>0$, $i=\overline{1,n}$ --- множители Лагранжа. Продифференцируем Лагранжиан по t^1 и приравняем к нулю:

$$F-\sum_{i=1}^{n} x_i = 0, \tag{9}$$

в свою очередь, если продифференцировать Лагранжиан по множителям Лагранжа $x_i>0$, $i=\overline{1,n}$, то в силу условий дополняющей нежесткости получим

$$\begin{cases} t_i(x_i)=\mathrm{t}^1>0 & \text{при } x_i>0, \\ t_i(x_i)>\mathrm{t}^1 & \text{при } x_i=0, \end{cases} \quad i=\overline{1,n}.$$

Не умаляя общности, будем считать, что $x_i>0$, при $i=\overline{1,k}$, а при $i=\overline{k+1,n}$ имеем $x_i=0$,. В таком случае, благодаря (9) получаем

$$F = \sum_{i=1}^{k} m\sqrt{\frac{t^1 - a_i}{b_i}}.$$

При этом $x_i > 0$ тогда и только тогда когда $a_i < t^1$, откуда окончательно получаем критерий определения *k*:

$$a_1 \le \ldots \le a_k < t \le a_{k+1} \le \ldots \le a_n.$$

□

Доказательство теоремы несет важный содержательный смысл, так как множителями Лагранжа для задачи (5) фактически являются значения распределения потоков на дугах сети. Данное обстоятельство и соответствующую методологию исследования можно использовать для дальнейшего исследования сетей более общего вида.

Следствие. Рассмотрим линейную сеть из непересекающихся маршрутов: $t_i(x_i) = a_i + b_i x_i$, $a_i > 0$, $b_i > 0$, для всех $i = \overline{1,n}$. Спрос на перемещение между узлами отправления-прибытия может быть однозначно определен и имеет следующий явный вид:

$$F = t^1 \sum_{i=1}^{k} \frac{1}{b_i} - \sum_{i=1}^{k} \frac{a_i}{b_i},$$

где *k* определяется из условия $a_1 \le \ldots \le a_k < t \le a_{k+1} \le \ldots \le a_n$.

Таким образом, теорема и следствие свидетельствуют о том, что если известно время движения на одном (любом) используемом маршруте сети из непересекающихся маршрутов, то спрос на перемещение между узлами отправления-прибытия может быть однозначно определен.

На практике наиболее распространено использование именно степенных функций при моделировании времени движения по дугам графа. Так, найденные в явном виде корреспонденции можно использовать для приближенной (первичной) оценки спроса на перемещение между любой парой узлов отправления-прибытия произвольной транспортной сети. При этом, как указывалось выше, с практической точки зрения зачастую намного проще оценить время движения по дуге или маршруту. Естественно, по времени движения можно восстановить значение потока на дуге при известных функциях задержки, однако это приведет к дополнительным вычислениям и может существенно повлиять на точность полученного в итоге результата.

Таким образом, установлены случаи, когда спрос на перемещение может быть однозначно получен. Однако в общем случае при решении задачи обратной задаче поиска равновесного времени движения множество пар узлов отправления-прибытия не задано, то есть эти пары также являются искомыми переменными.

Благодарности

При финансовой поддержке РНФ (проект №17-71-10069) первого соавтора доказана теорема о явном виде оператора двойственной задачи равновесного распределения потоков.

При финансовой поддержке РФФИ (проект №18-31-00178) второго соавтора сформулирована двойственная задача распределения транспортных потоков с равновесным временем движения в качестве двойственных переменных.

Список литературы

1. Beckman M., McGuire C.B., WinstenC.B. Studies in economics of transportation // RM-1488. Santa Monica: RAND Corporation. 1955.

2. Wardrop J.G. Some theoretical aspects of road traffic research // Proceedings of the Institute of Civil Engineers. 1952. Vol.1, No 3. P.325-362.

3. Sheffi Y. Urban transportation networks: equilibrium analysis with mathematical programming methods. N.J.: Prentice-Hall, Inc, Englewood Cliffs, 1985. 416 p.

4. Patriksson M. The Traffic Assignment Problem: Models and Methods. Dover Publications, Inc, NY, USA. 2015. 235 p.

5. Carey M. The dual of the traffic assignment problem with elastic demands // Transportation Research. 1985. Vol. 19B. P. 227-237.

6. Широколобова А.П. Двойственная задача к равновесному распределению потоков на транспортной сети произвольной топологии // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2016: материалы Юбилейной Международной научно-практической конференции. ИПТ РАН. СПб.: 2016. Том 1. 223–227.

7. Крылатов А.Ю., Раевская А.П. Восстановление матрицы корреспонденций как задача, обратная равновесному распределению потоков // Процессы управления и устойчивость. 2016. Т. 3(19). № 1. С. 690–694.

УДК 624.195, 625.03, 533.6.01

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ В ТОННЕЛЯХ НА ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ МАГИСТРАЛЯХ

Ледяев Александр Петрович *– доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, заведующий кафедрой тоннелей и метрополитенов*

Кавказский Владимир Николаевич *– кандидат технических наук, доцент, заместитель заведующего кафедрой тоннелей и метрополитенов*

Шелгунов Олег Олегович *– аспирант I курса кафедры тоннелей и метрополитенов*

ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I

Аннотация. Для обеспечения эффективной и экономически оправданной модели планирования строительства железнодорожных тоннелей на высокоскоростных магистралях первостепенное значение имеют два аспекта – безопасность и аэродинамика. Оба фактора связаны со сложными процессами аэродинамических воздействий, влияющих на акустический комфорт пассажиров и экипажа, а также на нагрузки, действующие на несущие конструкции, стационарное оборудование, вагоны поезда. В статье предложен подход к определению аэродинамических воздействий от движения поездов в тоннелях на высокоскоростных магистралях в виде многофакторной системы «тоннель-поезд».

Ключевые слова: высокоскоростная магистраль, железнодорожный тоннель, аэродинамические воздействия, тоннельные волны давления, волны микродавления, система «тоннель-поезд».

SYSTEMIC APPROACH TO APPRAISAL OF AERODYNAMIC IMPACTS IN TUNNELS ON HIGH SPEED RAILWAY LINES

Ledyaev Alexander P. – DSc in Engineering, Professor, Honored Worker of Higher Education in Russian Federation, Head of the Department of Tunnels and Underground Railways

Kavkazskiy Vladimir N. – PhD in Engineering, Associate Professor, Deputy Head of the Department of Tunnels and Underground Railways

Shelgunov Oleg Ol. – PhD Student of the Department of Tunnels and Underground Railways

St. Petersburg State Transport University of Emperor Alexander I

Abstract. To ensure effective and economically viable model of planning the construction of railway tunnels on high speed railway lines there are two paramount aspects – safety and aerodynamics. Both factors are associated with complex processes of aerodynamic impacts affecting the aural comfort of passengers and crew, as well as on loads acting on the loadbearing structures, fixed equipment, train cars. The article proposed an approach to the determination of aerodynamic impacts from the movement of trains in tunnels on high speed railway lines in the form of multifactor system «tunnel-train».

Keywords: high speed railway line, railway tunnel, aerodynamic impacts, tunnel pressure waves, micropressure waves, system «tunnel-train».

В настоящее время строительство высокоскоростных специализированных магистралей (ВСМ), обеспечивающих движение поездов со скоростями более 250 км/ч, является одним из приоритетных направлений развития транспортной сети современного государства. Актуальность строительства ВСМ была обоснована ещё в 70-80-е годы XX века, а научно-исследовательские работы в данной области активно проводились вплоть до 90 –х годов, однако до сих пор в России не существует ВСМ с эксплуатационной скоростью подвижного состава более 250 км/ч [1]. На сегодняшний день скоростное железнодорожное движение в России представлено поездами «Сапсан» производства немецкой фирмы Siemens, осуществляющими регулярное сообщение между Санкт-Петербургом, Москвой и Нижним Новгородом, и поездами «Аллегро» между Санкт-Петербургом и Хельсинки.

Реализация стратегии развития железнодорожного транспорта в РФ до 2030 года нацелена на создание Национальной системы ВСМ [2]. Главные перспективные проекты ВСМ в России это линии Москва – Казань – Екатеринбург с подключением Уфы и Челябинска, Москва – Санкт-Петербург и Москва – Сочи (рис. 1).

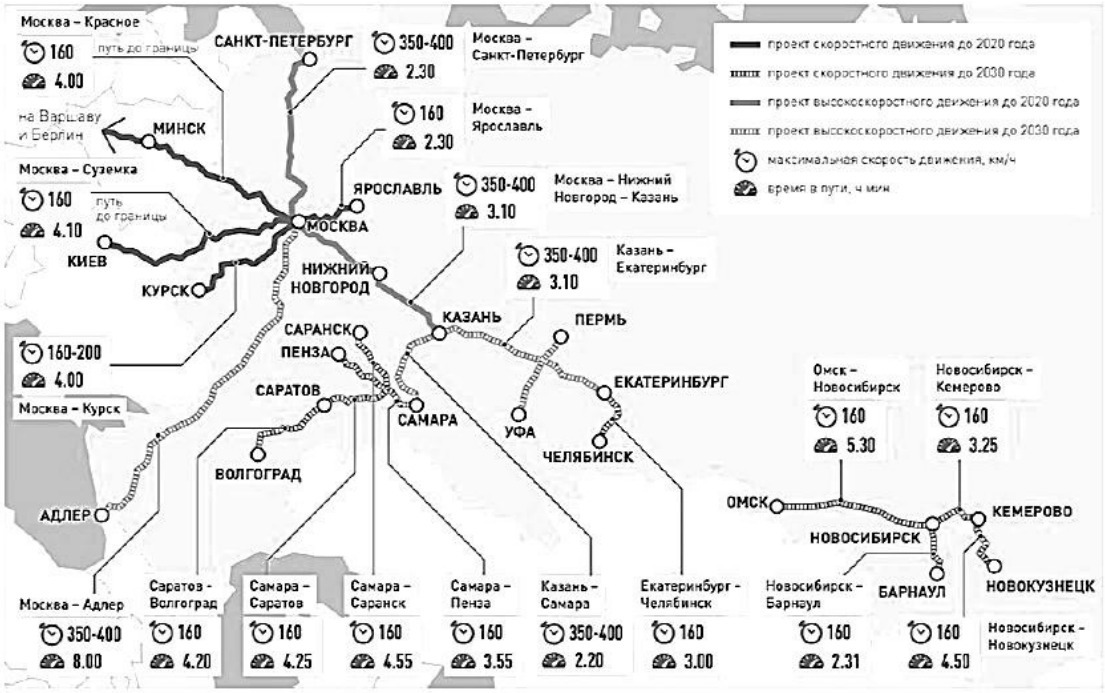


Рисунок 1 – Проект развития скоростных и высокоскоростных железных дорог РФ

Для реализации первой в России ВСМ в 2014 году специалистами ФГБОУ ВО ПГУПС вместе с ведущими научными и проектными институтами России, были разработаны специальные технические условия (СТУ) для проектирования и строительства инфраструктуры ВСМ-2 Москва – Казань [3]. Разработка СТУ стала существенным импульсом к разви-

тию высокоскоростного движения в России и основой для последующего проектирования. В 2016 году, с учётом пионерного опыта проектирования инфраструктуры ВСМ, СТУ были актуализированы, что подтвердило их необходимость и актуальность.

Трассирование ВСМ с минимальными уклонами и кривыми большого радиуса вызывает необходимость сооружения тоннельных пересечений. В связи с ужесточившимися требованиями по охране окружающей среды, в условиях равнинного рельефа необходимо предусматривать возможность устройства путей ВСМ в тоннелях. Анализ мирового опыта позволяет заключить, что доля протяжённости тоннельных сооружений на ВСМ выше, чем на обычных железных дорогах, что обуславливает их высокую удельную стоимость, таким образом, определяя предпосылки к рационализации методов расчёта и проектирования искусственных сооружений в целях оптимизации их основных технико-экономических параметров. Так, например, на магистрали Рим – Флоренция длиной 254 км, длина пути в тоннеле составляет 34%. В Японии, где особенно развито строительство подводных транспортных тоннелей, длина тоннелей на некоторых магистралях превышает 50% от всей длины линии.

Из практики строительства и эксплуатации тоннелей на ВСМ в зарубежных странах отмечено, что для обеспечения эффективной и экономически оправданной модели планирования, первостепенное значение имеют два аспекта: **безопасность в тоннелях и оценка аэродинамики**. Оба аспекта являются определяющими при выборе объемно-планировочных и конструктивно-технологических решений тоннельного сооружения. Критерии безопасности хорошо известны и изучены: существуют международные нормы, ограничивающие перепады давления согласно критериям комфорта пассажиров [4]. Анализ второго фактора и параметров, влияющих на величины аэродинамических воздействий, по-прежнему являются актуальной задачей.

Вопросы проектирования тоннельных сооружений на ВСМ с учетом аэродинамического взаимодействия от движущихся составов являются приоритетными направлениями зарубежных научных исследований [5–7]. Успешный опыт строительства и эксплуатации ВСМ со скоростями до 350 км/ч, а также наличие обширных исследований аэродинамических процессов в тоннельных сооружениях зарубежом, подтверждают исключительную важность вопросов взаимодействия подвижного состава с искусственными сооружениями. Решение таких задач является одним из ключевых критериев, определяющих принципиальную возможность обеспечения безопасного движения поездов с заданными скоростями.

Аэродинамические явления, наблюдаемые в тоннелях при прохождении высокоскоростных поездов, достоверно описаны многими авторами, и подразделяются ими на колебания давления, тоннельные волны давления, волны микродавления.

При движении высокоскоростного поезда по тоннелю на его внутренние и несущие конструкции передается переменное силовое воздействие, вызванное перепадом давления и генерированием тоннельных волн давления. Часть этих волн отражается от порталов, происходит наложение волн, подвижной состав встречает эти воздействия на высоких скоростях, а другая часть – волны микродавления, пульсирует наружу, что сопровождается взрывоподобными хлопками. При высоких скоростях движения поезда, такое динамическое воздействие может привести к возникновению значительных амплитуд давления, а, следовательно, возрастанию временной нагрузки как на тоннельные конструкции, так и на органы слуха пассажиров. Подвижной состав в свою очередь испытывает аэродинамическое сопротивление при движении по тоннелю, нелинейно возрастающее с увеличением скорости движения поезда.

Таким образом, тоннель и движущийся по нему высокоскоростной поезд находятся в единой системе «тоннель – поезд», что обуславливает необходимость решения задач их взаимодействия. Описанные аэродинамические эффекты приводят не только к увеличению усилий в элементах тоннельных конструкций, но и неблагоприятно влияют на стабильность внутренних конструкций сооружения и комфортность пассажиров во время движения по тоннелям на ВСМ.

Хорошо известно, что ряд факторов может повлиять на аэродинамические воздействия, индуцированные подвижным составом. Важнейшими факторами, определяющими особенности работы системы «тоннель-поезд», являются объемно-планировочные, конструк-

тивно-технологические и аэродинамические характеристики двух составляющих: тоннельное сооружение и поезд. Нормирование и рекомендации по назначению этих параметров обладают ключевым технико-экономическим значением. Зарубежные нормативные документы связывают воздействия с набором коэффициентов для различных параметров системы, например, отношения длин или площадей поперечного сечения поезда и тоннеля [8]. Следовательно, для достоверного и точного описания аэродинамических процессов взаимодействия системы «тоннель-поезд» в модели временной нагрузки должны быть учтены различные параметры подвижного состава и тоннельного сооружения, как многофакторной системы (рис. 2).

Рисунок 2 – Принципиальная схема к определению аэродинамических воздействий в тоннелях на ВСМ с помощью системы параметров

На основании изложенного можно сделать следующие выводы: учет аэродинамических эффектов в тоннелях на ВСМ предопределяет задачи проектирования новых тоннельных сооружений для высокоскоростных поездов, а также делает возможным прогнозирование явлений аэродинамического взаимодействия существующих систем «тоннель-поезд». Нормирование и рекомендации по назначению параметров, определяющих специфику работы системы «тоннель-поезд» (объемно-планировочные, конструктивно-технологические и аэродинамические характеристики тоннельного сооружения и поезда) имеют решающее технико-экономическое значение. Влияние вышеуказанных параметров многофакторной системы на аэродинамические процессы в тоннелях на ВСМ обуславливает возможность *управления аэродинамическими воздействиями*, снижения их негативных проявлений. При этом следует учитывать, что лишь адаптированные нормативы зарубежных стран могут применяться при проектировании тоннельных сооружений на ВСМ в России.

Список литературы

1. Дьяченко Л.К. Динамическое взаимодействие разрезных балочных пролётных строений мостов и подвижного состава на высокоскоростных железнодорожных магистралях: Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.23.11 / ПГУПС – Санкт-Петербург. 2017. 24 с.

2. Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года / утв. распоряжением Правительства РФ от 17.06.08, № 877-р, 171 с.

3. Специальные технические условия. Проектирование участка Москва–Казань высокоскоростной железнодорожной магистрали Москва–Казань–Екатеринбург со скоростями движения до 400 км/ч / ФГБОУ ВПО ПГУПС. СПб. 2014.

4. UIC code 779-11R. Determination of railway tunnel cross-sectional areas on the basis of aerodynamic considerations, 2005, 86 p.

5. Howe, M., Iida, M., Fukuda, T., Maeda, T. (2000). Theoretical and experimental investigation of the compression wave generated by a train entering a tunnel with a flared portal. Journal of Fluid Mechanics, 425, 111-132.

6. S. Sanok, Fr. Mendolia, M. Wittkowski, D. Rooney, M. Putzke, D. Aeschbach Passenger comfort on high-speed trains: effect of tunnel noise on the subjective assessment of pressure variations/ 2015, Ergonomics, 58:6. – p.1022-1031

7. Baker,C, Gilbert,T, Quinn,A 2013, 'Aerodynamic pressures around high-speed trains: the transition from unconfined to enclosed spaces' Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part F Journal of Rail and Rapid Transit, v.227, n.6, p. 609-622

8. EN 14067-3:2003 Railway applications Aerodynamics Part 3: Aerodynamics in tunnels – 2003, 14 p.

УДК 658.512

ТЕХНОЛОГИЯ СКОРОСТНОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНЫХ И ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Ермошин Николай Алексеевич *– доктор военных наук, профессор, профессор кафедры автодорожной службы*

Филиппов Дмитрий Анатольевич *– адъюнкт кафедры автодорожной службы*

ФГКВОУ ВО Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева

Аннотация. В статье рассматривается вопрос разработки технологического решения, касающегося строительства (восстановления) земляного полотна, позволяющего сократить сроки производства работ, а также издержки на их производство. Предлагаемое решение предусматривает создание мобильного комплекса для производства блоков пенополистирола, используемых в легких насыпях.

Ключевые слова: мобильный комплекс, экструзионный пенополистирол, скоростное восстановление автомобильных дорог.

RAPID RENOVATION TECHNOLOGY OF THE ROADBED ON HIGHWAY AND RAILWAY

Ermoshin Nikolay A. – Ph.D, Professor, Professor of Department of Auto-road service

Filippov Dmitry A. – post-graduate student of Department of Auto-road service

General Khrulev Military Academy of Logistics

Abstract. The article deals with the development of technological solution for the construction (renovation) of the roadbed, which allows to reduce the time and the costs of works. The solution involves the creation of a mobile complex for the production of polystyrene blocks used in light embankments.

Keywords: mobile complex, extrusion polystyrene foam, emergency renovation of roads.

Развитие промышленности и рост потребления минерально-сырьевых ресурсов приводит к увеличению рисков возникновения чрезвычайных происшествий природного и техногенного характера. Наводнения, ураганы, пожары наносят значительный ущерб и вызывают разрушение объектов инфраструктуры населенных пунктов и соединяющих их транспортных коммуникаций.

Зачастую, из-за разрушений мостов или участков дорог остаются изолированными поселки и целые города. В подобных ситуациях требуются технические и технологические решения по скоростному восстановлению транспортных коммуникаций и, в особенности, автомобильных дорог [1].

Работы по восстановлению земляного полотна автомобильной (железной) дороги являются наиболее трудоемкими и длительными.

Одним из наиболее перспективных способов скоростного восстановления земляного полотна (в высоких насыпях, а также на грунтах со слабой несущей способностью) является строительство легких насыпей [2, 3].

Другие известные конструктивно-технологические решения в указанных условиях требуют больших затрат материалов, техники, а самое главное времени, что в условиях чрезвычайных ситуаций, либо в военное время неприемлемо [3, 4].

Существует множество легких материалов, которые потенциально могут использоваться в дорожных насыпях. Наибольшее распространение получил жесткий пенопласт – экструзионный пенополистирол, обладающий уникально низкой удельной плотностью (20 … 65 кг/м^3), достаточной прочностью и долговечностью.

Особенно перспективным является применение таких дорожных конструкций при устройстве подходов к мостам, путепроводам и эстакадам.

На рисунке 1 приведена принципиальная схема конструкции легкой насыпи с использованием EPS-блоков.

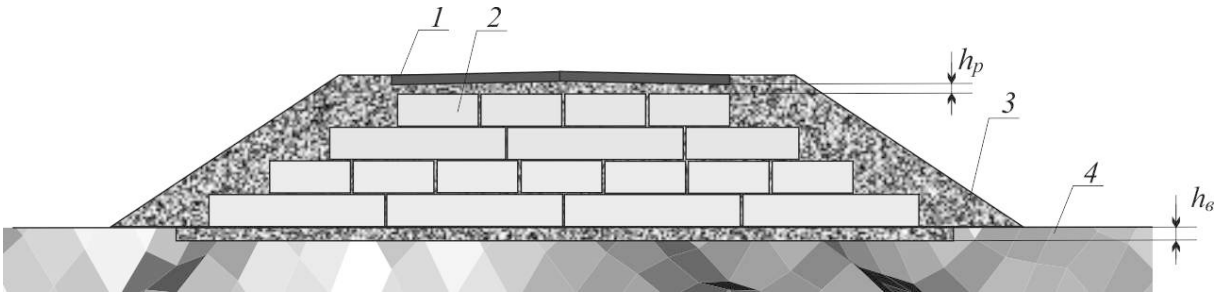


Рисунок 1 – Принципиалная схема конструкции легкой насыпи с использованием EPS-блоков

1 – дорожная одежда; 2- EPS-блоки; 3 – привозной песчаный грунт; 4 – грунты со слабой несущей способностью; h_p – рабочий слой из песчаного грунта; $h_в$ – выравнивающий (монтажный) слой из песчаного грунта

Использование экструдированного пенополистирола в строительстве, реконструкции и восстановлении автомобильных и железных дорог требует разработки эффективных технологических решений по призводству EPS-блоков.

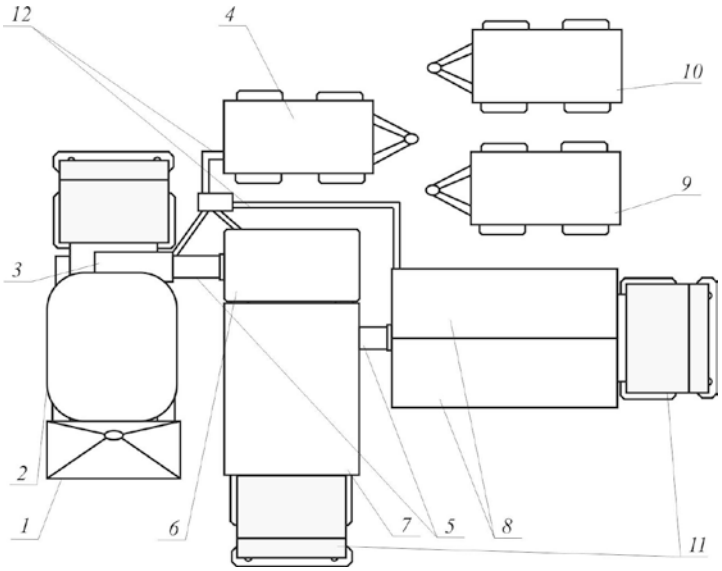
В связи с этим в статье предлагается принципиальная конструкция мобильного комплекса по производству дорожных конструкций из пенополистирола. Предлагаемый комплекс представляет собой технологическую линию по производству блоков экструзионного пенополистирола (EPS-блоков).

Комплекс может использоваться для производства EPS-блоков в условиях отсутствия стационарной электросети, когда производство необходимо максимально приблизить к объекту выполнения строительных работ. В частности, для восстановления разрушенного земляного полотна автомобильных дорог, сооружении оперативных проездов и временных технологических дорог на слабых грунтах, устройства дорог на заболоченной местности, а также в арктической и субарктической климатических зонах.

Перспективным направлением использования EPS-блоков и дорожных конструкций из пенополистирола является их применение для восстановления автомобильных дорог при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций и в военное время, когда сроки выполнения восстановительных работ крайне ограничены и возможны перебои подачи электроэнергии в стационарной сети [5, 6].

В предлагаемом мобильном комплексе для производства дорожных конструкций из пенополистирола технологическое оборудование монтируется на трех автомобилях повышенной проходимости (для обеспечения доставки оборудования в районы со сложными по-

годно-климатическими условиями и слабо развитой дорожной сетью) и трех прицепах (рис. 2).



1 – емкость для исходного материала с дозатором гранул полистирола; 2 – рабочая камера для вспенивания гранул, с емкостью для воды и механизмом ее подачи; 3 – струйный насос; 4 – компрессорная станция (источник сжатого воздуха); 5 – материалопроводы; 6 – камера сушки и охлаждения; 7 – бункер для вылеживания гранул; 8 – блок-формы; 9 – дизельная электростанция; 10 – прицеп для перевозки материалопроводов, пневмотрубопроводов; 11 – АБШ; 12 – пневмотрубопроводы.

Рисунок 2 – Схема мобильного комплекса

На базовом шасси (одного автомобиля) крепится емкость для исходного материала с дозатором гранул полистирола, выполненная в виде бункера, соединенная с рабочей камерой для вспенивания гранул, со встроенной емкостью для воды и механизмом ее подачи, а также струйный насос, с разъемами для подключения пневмотрубопроводов от источника сжатого воздуха и материалопроводов.

На втором автомобиле монтируются камера сушки и охлаждения с регулируемой заслонкой и бункер вылеживания гранул, соединенные между собой и имеющие разъемы для подключения пневмотрубопроводов и материалопроводов.

На третьем автомобиле устанавливаются блок-формы для изготовления блоков пенополистирола, имеющие соответствующие разъемы для подключения.

В качестве источника сжатого воздуха используется компрессорная станция производительностью 5,6 $м^3$/мин, а в качестве источника питания – дизельная электростанция 380 В, мощностью 30 кВт, смонтированные на двух прицепных шасси.

Третий прицеп предназначается для перевозки материалопроводов, пневмотрубопроводов с регулируемыми заслонками, элементов кабельной сети и другого технологического оборудования.

Основным преимуществом предлагаемого комплекса для производства дорожных конструкций из пенополистирола является его мобильность и автономность. Использование в качестве базового шасси автомобилей повышенной проходимости позволяет обеспечить его перемещение в условиях бездорожья, а наличие в составе комплекса электростанции не требует его подключения к стационарным источникам электрической энергии.

Известные линии для изготовления пенополистирола являются стационарными и требуют длительного процесса монтажа и настройки в случае перемещения производства.

В мобильном комплексе предлагается использовать способ вспенивания гранул пенополистирола в поле СВЧ в вертикальной камере-волноводе под воздействием пара, образующегося во всем объеме между загруженными гранулами за счет испарения при нагреве СВЧ- излучением воды [7]. Указанный способ не требует использования внешнего источника пара, а оборудование для его реализации имеет габариты, допускающие возможность монтажа на автомобильное шасси.

Технология изготовления блоков из пенополистирола такова, что готовый блок превосходит по объему исходный материал, используемый на его изготовление в 30-50 раз. На

основе данного факта становится понятно, что и затраты времени, и затраты материальных средств на доставку исходных материалов к месту производства будут в десятки раз меньше, чем на доставку готовой продукции к месту строительства. Это можно подтвердить несложными расчетами:

$$T_B = T_{Под} + t_{Дост} + t_{Ук} + T_{Зав} \quad , \qquad (1)$$

где T_B – общее время на восстановление участка дороги; $T_{Под}$ – время на выполнение подготовительных работ; $t_{Дост}$ – время на доставку EPS-блоков; $t_{Ук}$ – время на укладку EPS-блоков; $T_{Зав}$ – время на завершение работ по восстановлению участка дороги.

При прочих равных условиях, основным показателем, который будет изменяться для стационарной установки и мобильного комплекса является $t_{Дост}$ – время доставки требуемого количества EPS-блоков, зависящее от величины плеча подвоза (рис. 3).

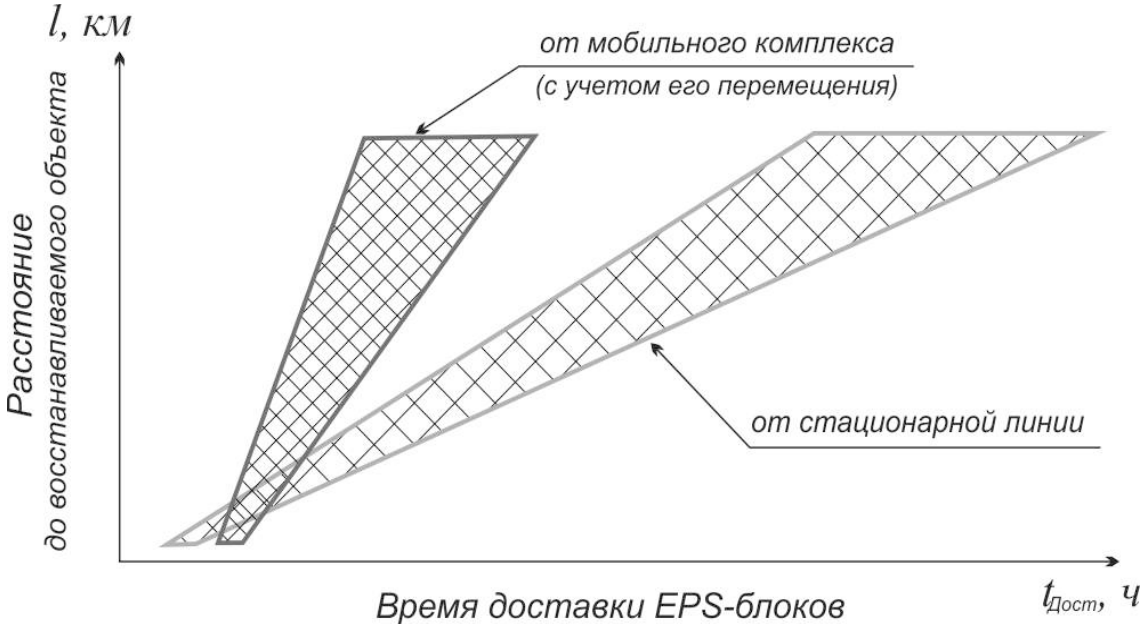


Рисунок 3 – График зависимости времени доставки EPS-блоков на объект строительства от удаленности производства

Представленный график наглядно показывает, что использование мобильного комплекса значительно сокращает время на восстановление (строительство) участка автомобильной дороги на слабом основании.

Не менее важным обстоятельством, обуславливающим необходимость разработки и применения мобильного комплекса по производству дорожных конструкций из пенополистирола, является его более высокая экономическая эффективность по сравнению со стационарными технологическими линиями.

Проведение сравнительного анализа затрат при восстановлении (строительстве) участка дороги с использованием стационарной линии и мобильного комплекса позволяет определить условия его эффективного применения.

С этой целью рассматриваются суммарные затраты на производство и доставку готовых EPS-блоков.

$$C = \sum_{j}^{m} C_{jP} + \sum_{i}^{n} C_{iD} \quad , \tag{4}$$

где C – общие удельные затраты на восстановление участка дороги; $\sum_{j}^{m} C_{jP}$ – суммарные удельные затраты на производство блоков пенополистирола; $\sum_{i}^{n} C_{iD}$ – суммарные удельные затраты на доставку готовых блоков пенополистирола к месту строительства.

Зависимость этих затрат от объемов производства показана на рисунке 4.

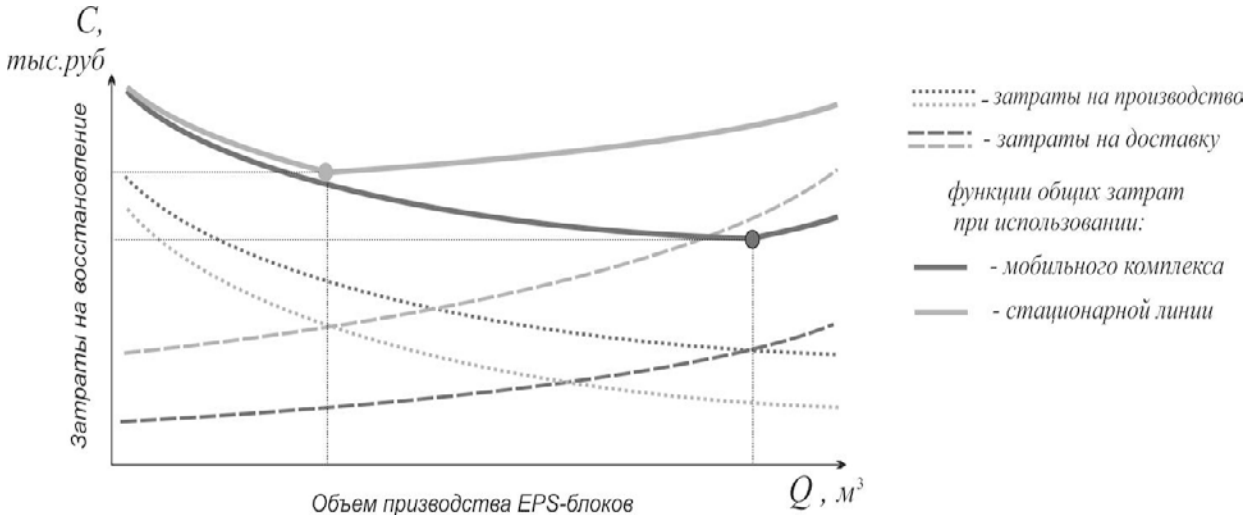


Рисунок 4 – График зависимости затрат от объемов производства

Как видно из рисунка функция общих затрат имеет точку оптимума соответствующую оптимальному объему производства EPS-блоков при минимальных суммарных затратах.

Сравнение этих затрат для стационарной линии и мобильного комплекса по предварительным расчетам позволяет сделать вывод о том, что применение мобильных установок для строительства и восстановления автомобильных дорог выгоднее с экономической точки зрения. Дополнительно к этому стоит учесть более короткие сроки доставки элементов дорожных конструкций из пенополистирола к объектам производства работ.

Для окончательной разработки и внедрения мобильного комплекса по производству дорожных конструкций из пенополистирола в практику строительства, реконструкции и восстановления автомобильных и железных дорог требуется проведение дальнейших теоретических и экспериментальных исследований.

Основными задачами этих исследований является расчет производственных характеристик и параметров технологического оборудования для мобильных технологических линий по производству экструзионного пенополистирола, обоснование способов их применения в дорожном строительстве, оценка надежности работы мобильных комплексов в условиях возникновения чрезвычайных ситуаций, оптимизация технологий изготовления и транспортировки изделий на объекты выполнения работ и др.

Список литературы

1. Брайла Н.В., Лазарев Ю.Г., Романович М.А., Симанкина Т.Л., Улыбин А.В. Современные проблемы строительной науки, техники и технологии: учебное пособие. СПб: СПбПУ Петра Великого. 2017. 147 с.

2. Евтюков С. А. Медрес Е. П. Строительство дорожных насыпей на слабых грунтах: подходы и методы // СПб: Наука и транспорт. Транспортное строительство. 2012. № 4. С. 31–33.

3. Филиппов Д.А., Уколов С.А. К вопросу о выборе эффективных технологий скоростного восстановления автомобильных дорог // Национальные приоритеты России. Серия 1: Наука и военная безопасность. 2017. № 1 (8). С. 106–110.

4. Лазарев Ю.Г., Синицына Е.Б., Уголков С.В. Технология транспортных процессов: Учебное пособие. СПб: СпбГУ. 2016. 56 с.

5. Ермошин Н.А., Егошин А.М., Лазарев Ю.Г., Змеев А.Т. Проблемы и методологические аспекты организации дорожной деятельности в интересах военной безопасности государства: Монография/ВАМТО-СПб: "Р-КОПИ". 2017. 212 с.

6. Филиппов Д.А., Ермошин Н.А. Легкая плита дорожного покрытия. Патент на полезную модель RU 175907 U1, опубл. 22.12.2017, бюл. № 36.

7. Капустин А.И., Золотовский И.О., Светухин В.В., Маслов В.Н., Трефилов Н.А. Микроволновой способ вспенивания гранул пенополистирола. Патент на изобретение RU 2 446 046 C2, опубл. 27.03.2012, бюл. № 9 (56).

УДК 656, 004.8; 656.078;656.001

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ ГОРОДА СЕВАСТОПОЛЯ

Селиверстов Святослав Александрович *– кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории интеллектуальных транспортных систем*

Селиверстов Ярослав Александрович *– кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории интеллектуальных транспортных систем*

ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко
Российской академии наук

Аннотация. Статья посвящена исследованию структурно-функциональных особенностей организации транспортной системы города Севастополя. В ходе работы анализировалось положение г. Севастополя в транспортной системе Крымского полуострова, данные о внешней и внутренней существующей транспортной инфраструктуре, маршрутные сети пассажирского транспорта, грузооборот и пассажирооборот, функциональные характеристики транспорта.

Определены перспективы развития транспортной инфраструктуры в г. Севастополе и пути повышения качества управления процессом ее организации.

Ключевые слова: транспортная система, структурно-функциональные характеристики, транспортная инфраструктура.

INVESTIGATION OF STRUCTURAL AND FUNCTIONAL FEATURES OF TRANSPORT SYSTEM OF SEVASTOPOL CITY

Seliverstov Svyatoslav Al. – PhD, Senior Researcher of the Laboratory of Intelligent Transport Systems.

Seliverstov Yaroslav Al. – PhD, Senior Researcher of the Laboratory of Intelligent Transport Systems.

Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences

Abstract. The article is devoted to the study of the structural and functional features of the organization of the transport system of the city of Sevastopol. In the course of the work, the position of the city of Sevastopol in the transport system of the Crimean peninsula, data on the external and internal existing transport infrastructure, routeing networks of passenger transport, cargo turnover and passenger turnover, and functional characteristics of transport were analyzed. The prospects for the development of transport infrastructure in the city of Sevastopol and ways to improve the quality of managing the process of its organization are identified.

Keywords: transport system, structural and functional characteristics, transport infrastructure.

Сегодня город федерального значения Севастополь один из наиболее прогрессивно развивающихся городов России [1]. Город Севастополь – это мощнейший рекреационный, туристический и культурно-исторический центр юга России [2]. Севастополь находится на стыке восточной и западной цивилизаций, в сердце великих торговых путей, на одной параллели с главными городами – курортами Европы, такими как Турин, Генуя, Бордо и Мимизан (рис.1).

Рисунок 1 – Расположение г. Севастополя

Город Севастополь также имеет серьезный научно-технический, технологический и промышленный потенциал. Существуют планы и по созданию в Севастополе IT – территории как аналог «Силиконовой долины», призванной сосредоточить лучших IT – специалистов и программистов [3].

Вышеизложенные реалии позволяют предопределить значительный рост в Севастополе транспортной мобильности и развитие услуг в области транспортного обслуживания, что увеличит и без того серьезную нагрузку на транспортную систему Севастополя. Таким образом, несвоевременное и ненадлежащее развитие элементов транспортной системы Севастополя может привести к серьезным транспортным проблемам, способным замедлить экономический и социальный рост.

Поэтому в данной работе ставиться задача – изучить существующие структурно-функциональные особенности организации транспортной системы города Севастополя.

Основная часть. Севастополь расположен в юго-западной части Крымского полуострова, в центре Черноморского бассейна. Общая площадь территории – 863,5 кв. км; площадь суши – 86,4 тыс. кв. км; площадь акватории бухт – 216 кв. км. По суше Севастополь граничит: на юго-востоке – с Большой Ялтой, на северо-востоке – с Бахчисарайским районом. Протяженность сухопутной границы – 106 км. Протяженность береговой морской линии – 157,8 км, морская государственная граница – 140,5 км. По морю регион связан со странами – Украиной, Грузией, Румынией, Турцией и Болгарией. Климат сухой, умеренно-континентальный [4–7].

Административно–территориальное устройство на 01.01.2018 года следующее – Севастополь включает 4 района и 10 муниципальных образований.

Транспортная система г. Севастополя имеет морскую, автомобильную, железнодорожную и авиационную составляющие.

Авиационная. Обслуживающий Севастополь аэропорт Бельбек, имеет взлётно-посадочную полосу размерами 3007×48 м. класса Б, которая предназначена для приёма воздушных судов всех типов. Максимальный взлетный вес воздушного судна неограничен. Однако аэропорт, пока используется лишь в военных целях.

Морская. Морской порт Севастополя расположен на Черном море в юго-западной части Крымского полуострова. Порт осуществляет комплексное обслуживание судов различного класса, грузов и экипажей. Порт имеет развитую инфраструктуру, включающую железнодорожные и подкрановые пути, автомобильные дороги, инженерные сети и ремонтные базы.

Железнодорожная. Железнодорожный вокзал г. Севастополя осуществляет обслуживание региональных и международных поездов и грузовых составов.

Автомобильная. Автомобильные дороги являются важнейшей частью транспортной системы г. Севастополя. Посредством автомобильных дорог, обеспечивается связь города с сетью автомобильных дорог Республики Крым, а также между населенными пунктами города Севастополя. В городе Севастополе расположены 45 населенных пунктов, все они обеспечены круглогодичной связью с дорожной сетью общего пользования. Однако в настоящее время не все автомобильные дороги находятся в надлежащем состоянии, о чем свидетельствуют данные «Карты убитых дорог» [8], представленные на рисунке 2.

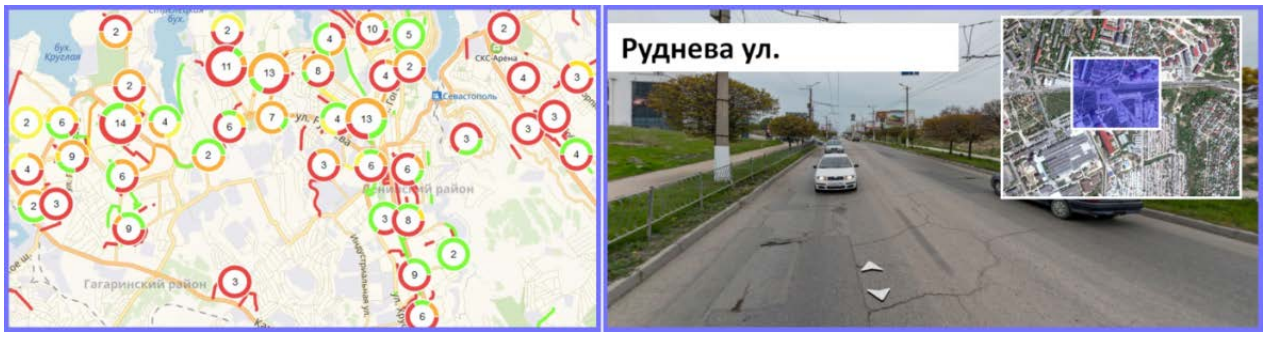


Рисунок 2 – Проблемные участки дорожной сети г. Севастополя

Организация транспортных сетей соответствует традиционной концепции, описанной в [9], однако при повышении транспортной мобильности и реализации программы нулевой смертности необходимо произвести совершенствование, согласно принципам, рассмотренным в [10].

Городская маршрутная сеть. Севастопольский регион на сегодня имеет достаточно развитую транспортную сеть, включающую в себя все виды транспорта, в том числе: автобусы, троллейбусы, пассажирские катера и маршрутные такси.

Номера маршрутов пассажирского транспорта и их графическое изображение на карте Севастополя представлено на рисунке 3, согласно данным полученным с информационного портала [11].

Основные показатели транспортной системы города Севастополя, полученным в результате анализа [1, 4–7], представим в таблице, они могут быть использованы для расчета некоторых индикаторов интегрального развития, рассмотренных в [13, 14].

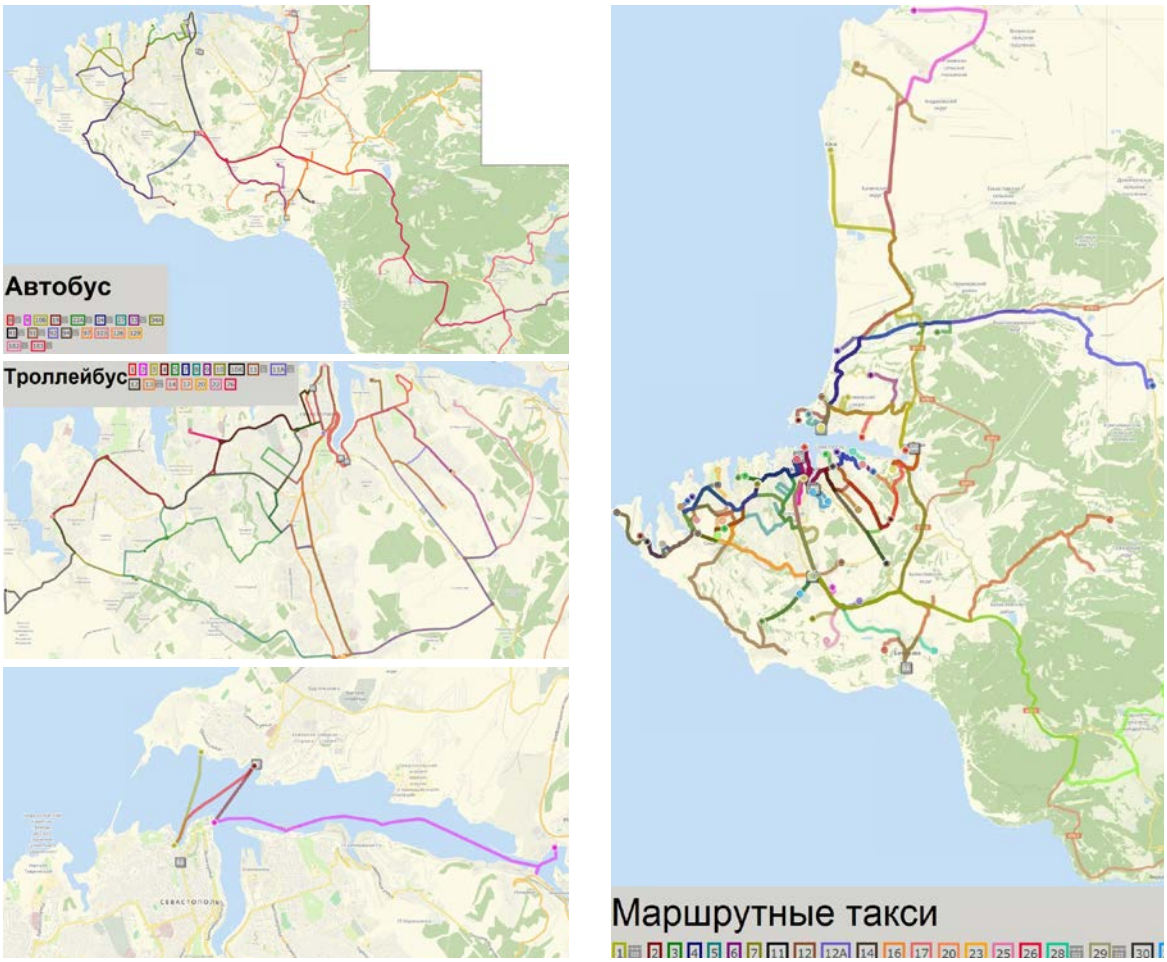


Рисунок 3 – Городская маршрутная сеть г. Севастополя

Проведенный анализ выявил серьезные недостатки в существующей транспортной системе г. Севастополя, а именно: отсутствие системного подхода, позволяющего объединить передовые концепции развития городской среды и транспорта; ограниченность внешней транспортной инфраструктуры, железнодорожной, авиационной и автомобильной (высокоскоростные магистрали); использование устаревших концепций при развитии организации УДС.

Таблица – Основные показатели транспортной системы г. Севастополя

Основные социально-экономические показатели на 2017г.		
Грузооборот, тыс. т-км	10635,7	[7]
Пассажирооборот, тыс. пасс-км	386481,2	[7]
Отправление грузов и пассажиров железнодорожным транспортом общего пользования, плотность железнодорожных путей общего пользования (Республика Крым и г. Севастополь)		
Отправлено грузов, млн. т	1,9	[5], [6]
Отправлено пассажиров, тыс. человек.	2935	[5], [6]
Плотность железнодорожных путей на конец года, км путей на 10000 км^2 территории	241	[5], [6]
Перевозки пассажиров по видам транспорта общего пользования на 2016г, млн. чел.		
Морской	6,9	[7]
Автомобильный	13,2	
Троллейбусный	37,9	
Основные фонды по видам экономической деятельности (на конец года; по полной учетной стоимости), млн.руб. на 2017 г.		
Транспорт и связь	5027,0	[7]
Состояние основных фондов (по полной учетной стоимости), млн.руб. на 2016г.		
Транспортные средства	101923,0	[7]
Автомобильные дороги		

протяженность автомобильных дорог общего пользования регионального, межмуниципального значения км.	925,6	[1]
Плотность автомобильных дорог общего пользования с твердым покрытием (на конец года; км путей на 1000 км^2 территории) на 2016г.	951	[4]
Автомобильные дороги общего пользования (на конец года) 2017г.		
Удельный вес автомобильных дорог с твердым покрытием в общей протяженности автомобильных дорог общего пользования, в процентах.	92,5	[4]
Удельный вес автомобильных дорог с усовершенствованным покрытием в протяженности автомобильных дорог с твердым покрытием общего пользования, в процентах.	89,6	[4]
Транспортные средства на 2017 г.		
Число собственных легковых автомобилей на 1000 человек населения (на конец года; штук).	41,1	[4]
Число автобусов общего пользования на 100 000 человек населения (на конец года; штук).	175	[4]
Наличие грузовых автомобилей организаций, шт.	685	[7]
Число дорожно-транспортных происшествий и пострадавших в них на 100 000 человек населения на 2016 г.		
Число происшествий	157,9	[4]
Погибло в происшествиях, чел	18,0	[4]

Вывод. Формирование инновационной транспортной системы г. Севастополя, на базе опережающего развития эффективной транспортной инфраструктуры требует:

– внедрение новых подходов развития городской среды и транспорта таких как «eco-cities», «human-cities» и «smart-cities»;

– использование принципов организации бесконфликтного непрерывного процесса движения транспорта при организации транспортных сетей;

– развитие систем интеллектуального управления транспортом и безопасности.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ No 18-410-920016 в рамках инициативного проекта, проводимого совместно с Правительством Севастополя на тему: «Исследование социально-экономических и экологических процессов города Севастополя с ростом индустриального, транспортно-транзитного и туристического потенциалов».

Список литературы

1. Закон города Севастополя Об утверждении Стратегии социально-экономического развития города Севастополя до 2030 года. От 18 июля 2017 года. https://sevastopol.gov.ru /files/strategy/357-zs.pdf (дата обращения 10.10.2018).

2. http://simblago.com/naselennie_punkti_krima/gorod_sevastopol/832-sevastopol-gorod-otdelnaya-administrativno-territorialnaya-edinica-rissii.html (дата обращения 10.10.2018).

3. http://www.krym.aif.ru/society/sevastopol_baza_vmf_s_silikonovoy_dolinoy (дата обращения 10.10.2018).

4. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2017: Стат. сб. / М.: Росстат. 2017. 1402 с.

5. Регионы России. Основные характеристики субъектов Российской Федерации. 2017: Стат. сб. / М.: Росстат. 2017. 751 с.

6. http://www.gks.ru/bgd/regl/b17_14s/Main.htm (дата обращения 10.10.2018).

7. Город Севастополь в цифрах 2017 г.: Крат. стат. сб. / С.: Крымстат. 2018. 149 с. (дата обращения 10.10.2018).

8. https://dorogi-onf.ru/city/6710/ (дата обращения 10.10.2018).

9. Клинковштейн Г.И., Афанасьев М.Б. Организация дорожного движения: учебник для вузов. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Транспорт. 2001. 247 с.

10. Селиверстов С.А., Селиверстов Я.А., Стариченков А.Л. О методе организации бесконфликтного непрерывного процесса движения транспорта в мегаполисе. Транспорт: наука, техника, управление. 2016. № 10. С. 26–35.

11. https://www.eway.in.ua/ru/cities/sevastopol (дата обращения 10.10.2018).

12. Селиверстов С.А. Разработка показателей транспортной обеспеченности // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2015. № 4 (45). С. 48–63.

13. Селиверстов С.А., Селиверстов Я.А. О разработке показателей анализа оценки транспортной составляющей в структуре городского квартала // Вестник транспорта Поволжья. 2015. № 4 (52). С. 55–69.

14. Малыгин И.Г., Сильников М.В. Применение интеллектуальных систем транспортной безопасности в мегаполисах: проблемы и перспективы. Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. 2014. № 3–4 (69–70). С. 76–82.

УДК: 656.02

ОБОСНОВАНИЕ СОЗДАНИЯ КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АВТОТРАНСПОРТОМ В ВИДЕ КООРДИНАЦИОННОГО ЦЕНТРА ПЕРЕВОЗКИ ГРУЗОВ В СЕВАСТОПОЛЕ

Крипак Марина Николаевна *– кандидат технических наук, доцент кафедры автомобильный транспорт*

ФГБОУ ВО Севастопольский государственный университет

Лукьянова Елена Юрьевна *– кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента и туристского бизнеса.*

ФГАОУ ВО Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского

Гуманитарно-педагогическая академия (филиал)

Аннотация. В работе обосновывается необходимость создания логистического центра в г. Севастополе. Доказано, что реальные транспортные потоки имеют сложную, меняющуюся организацию, с определенными закономерностями изменения ее компонент во времени и пространстве. Методика совместного изучения грузопотоков, условий перевозок и особенностей клиентуры может быть использована при организации регионального логистического центра в г. Севастополе. Для повышения эффективности автотранспортного обслуживания транспортных узлов и крупных грузообразующих объектов предложено воссоздание систем оперативного управления работой автомобилей включающий координирующий центр.

Ключевые слова: автомобильный транспорт, логистический центр, грузопоток, транспортный поток, математическое моделирование, транспортный узел, критерии эффективности перевозки.

BASIS FOR DEVELOPMENT OF GROUND VEHICLES COMPLEX MANAGEMENT SYSTEM IN THE FORM OF CARGO TRANSPORTATION COORDINATION CENTER IN SEVASTOPOL

Kripak Marina N. – candidate of Technical Sciences (Phd), associate Professor, Department of Automobile Transport

Sevastopol State University

Lukyanova Yelena Yu. – PhD in economics, docent of Management and Touristy Business Department

Academy of the Humanities and Pedagogic (branch) V.I. Vernadsky
Crimean Federal University

Abstract. The paper is addressed to the necessity of creating a logistic center in Sevastopol. It is proved that real traffic flow has complex and changeable structure with specific objective laws of variation of its spatiotemporal components. Methods of integrated study of cargo flow, transportation conditions and customer base features could be used in the foundation of the local logistic center in Sevastopol. In-process monitoring of vehicles' action with coordination center for efficiency improvement is proposed

Keywords: automobile transport, logistic center, cargo traffic, traffic flow, mathematical simulation, transportation hub, transportation efficiency criteria.

В течение 2018 года поток грузового транспорта по автодороге через Крымский мост может составлять около 900-1100 транспортных средств массой свыше 3,5 тонн ежесуточно. Согласно оценкам проектировщиков Крымского моста, прогнозируется поэтапный рост потока приблизительно до 5 тысяч грузовых транспортных средств ежесуточно в 2024 году.

Председатель комитета Госдумы по финансовому рынку Анатолий Аксаков считает, что крупный логистический центр необходимо построить на полуострове в связи с открытием движения для большегрузов по Крымскому мосту.

Согласно информации председателя правления «Ассоциация «Содействие торговле Крыма» Сергея Макеева, в настоящее время в регионе нет ни одного логистического центра. Макеев добавил, что такой логистический центр необходим для взаимодействия с другими логистическими центрами Юга России, Москвы и остальных территорий РФ, но для воплощения в жизнь данного проекта необходима поддержка государства [1].

Управление потребительского рынка и лицензирования Севастополя занимается поисками крупных инвесторов для создания логистического центра и увеличения торговых сетей для снижения цен на потребительские товары. Соответствующее поручение в ходе аппаратного совещания дал губернатор Дмитрий Овсянников начальнику управления Вадиму Кирпичникову [2].

Изучение действительной картины перевозок показывает, что реальные транспортные потоки имеют сложную, меняющуюся организацию, с определенными закономерностями изменения ее компонент во времени и пространстве.

Системный подход к транспортным потокам основывается на следующих положениях:

- пассажиро- и грузопотоки неоднородны и динамичны по своей природе;
- изменение величины и структуры потоков протекает достаточно закономерно, хотя и имеется неопределенность и наличие элементов случайности.

Методика совместного изучения грузопотоков, условий перевозок и особенностей клиентуры может быть использована при организации регионального логистического центра в г. Севастополе.

В условиях работы транспортных систем их модельное представление является практически единственным средством проведения работ по организации, планированию и анализу в системе, а также выбора варианта ее совершенствования. Постановка эксперимента на реальном объекте связана не только с большими капитальными затратами, но и интересами как отдельных работников, так и целых коллективов [3].

Несомненным достоинством аппарата математического моделирования является возможность его использования для проведения многовариантных расчетов, проверки достоверности получаемого результата, количественной оценки последствий того или иного решения [4].

Поэтому для исследования реальных объектов необходимо построить математический аппарат, который, с одной стороны, давал бы достаточно точное описание поведения систе-

мы, и, с другой стороны, отличался бы простотой, удобством пользования и не требовал бы слишком много времени на вычисления и программную реализацию [5, 6].

Для повышения эффективности автотранспортного обслуживания транспортных узлов и крупных грузообразующих объектов необходимо воссоздание систем оперативного управления работой автомобилей, в том числе, принадлежащих различным владельцам, а также развитие систем комплексного транспортно-экспедиционного обслуживания предприятий различных секторов экономики с возложением на предприятия автотранспорта общего пользования функций координирующего органа по управлению этой работой.

В условиях экономической самостоятельности предприятий, автомобильный транспорт не может решить задачу наиболее эффективной перевозки грузов, исходя лишь из своих критериев эффективности перевозки, игнорируя интересы грузоотправителей и грузополучателей.

Сегодня появляется огромное множество транспортных фирм, конкурирующих между собой. Все это вызывает необходимость подходить к рассмотрению грузоотправителей, грузополучателей и автотранспорта с точки зрения системного подхода и принимать как единую систему с общими целями, которую принято называть логистической [7, 8].

Работа таких структур ускоряет процесс перевозки грузов путем квалифицированного управления и обработки потоков информации, позволяет повысить эффективность автоперевозок, избежать простоя автотранспорта в поиске грузов.

Реальный транспортный поток является динамичным по своей природе [9]. В нем нужно различать несколько видов неравномерностей, основными из которых являются следующие:

− временная неравномерность (колебания сезонные, по дням недели, внутрисуточные и др.);

− пространственная неравномерность, специфичная для каждого вида перевозок (пригородные, дальние пассажирские и грузовые).

В настоящее время существуют несколько направлений исследования расположения станций обслуживания. Оптимальное решение зависит от принятых критериев и ограничений [10]. Критерии и ограничения формулируются различным образом.

Исследование связано с теоретическим обоснованием создания комплексной системы управления автотранспортом в виде координационного центра перевозки грузов, проведением анализа потребности в перевозках и рынка транспортных услуг города Севастополя.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ No 18-410-920016 в рамках инициативного проекта, проводимого совместно с Советом министров Республики Крым на тему: "Исследование социально-экономических и экологических процессов города Севастополя с ростом индустриального, транспортно-транзитного и туристического потенциалов".

Список литературы

1. http://ruinformer.com/page/specialisty-krym-posle-vvoda-mosta-nuzhdaetsja-v-centre-logistiki (дата обращения 11.09.2018).

2. https://sevastopolmedia.ru/news/738897/ (дата обращения 11.09.2018).

3. Рихтер М.Г. Методика анализа эффективности функционирования автотранспортных систем: автореф. дисс. канд. техн. наук. – Омск, 1997. 21 с.

4. Гозбенко В.Е., Крипак М.Н., Полтавская Ю.А. Математическое моделирование работы автотранспортного предприятия // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. Иркутск: ИрГУПС. 2014. С. 120–129.

5. Колесник М.Н. Разработка справочно-информационной системы выбора подвижного состава для перевозки автотранспортом // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Перспективы и направления развития транспортной системы. 2007. С. 42–44.

6. Персианов В.А., Скалов К.Ю., Усков Н.С. Моделирование транспортных систем: монография. М.: Транспорт. 1972. 208 с.

7. Меламед И.И. Методы оптимизации в транспортном процессе / М.: ВИНИТИ. 1991. 35 с.

8. Информационно-логистические службы-интеграторы // Логистика. 1999. № 1. С.12.

9. Селиверстов Я.А. Классификаторный анализ городских транспортно-логистических потоков / Я.А. Селиверстов // Логистика: современные тенденции развития: материалы XVI Международной научно-практической конференции. 2017. С. 103–106.

10. Кумиров С.В., Аверьянов Д.А., Белов Д.Я. Использование современных логистических программ в составе автоматизированных систем управления транспортными потоками // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2017. СПб: ИПТ РАН. 2017. С. 73–76.

УДК 519.853.2

НАСТРОЙКА РЕЖИМОВ РАБОТЫ СВЕТОФОРОВ В ВИДЕ ЗАДАЧИ ДВУХУРОВНЕВОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

Крылатов Александр Юрьевич *– кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математического моделирования энергетических систем*

ФГБОУ Санкт-Петербургский государственный университет;

старший научный сотрудник лаборатории проблем организации транспортных систем

ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко
Российской академии наук

Марченко Александра Андреевна *– магистрант*

ФГБОУ Санкт-Петербургский государственный университет

Аннотация. В настоящей статье представлена модель настройки режимов работы светофоров посредством решения задачи двухуровневой оптимизации. Нижний уровень оптимизации отражает конкурентное распределение транспортных потоков между районами прибытия-отправления с эластичным спросом. Решение такой оптимизационной задачи в случае транспортной сети, представленной ориентированным графом с парой исток-сток, получено в явном виде. Предложены методологические рекомендации настройки режимов работы светофоров. Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ (проект №17-71-10069).

Ключевые слова: задача распределения транспортных потоков, конкурентное равновесие, эластичный спрос, режимы работы светофоров.

SIGNAL SETTINGS AS A BI-LEVEL OPTIMIZATION PROBLEM

Krylatov Alexander Yu. – Ph.D., Associate Professor of Department of Mathematical Modelling of Energetic Systems

Saint-Petersburg University;

Researcher of Laboratory of the Organization of Transport Systems

Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences

Marchenko Aleksandra An. – master student

Saint-Petersburg University

Abstract. This article presents a model for signal control settings based on solving of bi-level optimization problem. The lower level of optimization reflects competitive traffic assignment between origins and destinations with elastic demand. The solution of such an optimization problem in the network with one origin-destination pair is obtained explicitly. Methodological recommendations for signal settings are given.

Keywords: traffic assignment problem, user equilibrium, elastic demand, signal control.

Одной из наиболее сложных проблем на разных уровнях управления городским транспортом и улично-дорожной инфраструктурой является проблема настройки режимов работы светофоров [1]. В самом деле, в крупных городах именно пересечение крупных транспортных потоков на регулируемых перекрестках влекут появление заторов и пробок на дорогах. Однако современные улично-дорожные сети насколько масштабны, что никакой уровень экспертного подхода не позволит учесть взаимовлияние разных участков дорог на общую дорожную обстановку [2]. При решении задач такого уровня сложности необходимо прибегать к современным методам анализа и обработки данных, подходам прикладной математики [3]. Только эффективное использование интеллектуальных средств поддержки принятия решений на транспорте позволит повысить результативность реализуемых управленческих мер. При этом в основе подобных интеллектуальных средств должны лежать адекватные математические модели процессы распределения потоков [4].

Двухуровневая задача оптимизации светофорного регулирования

Рассмотрим улично-дорожную сеть города, представленную ориентированным графом $G = (V,E)$, состоящего из множества V последовательно пронумерованных узлов и множества E последовательно пронумерованных дуг. Будем использовать следующие обозначения: множество W пар районов отправления-прибытия, $W \subseteq V \times V$; R^w – множество маршрутов между парой w районов отправления-прибытия, $R = \left\{R^w\right\}_{w \in W}$, $|R| = \mathrm{r}$; $x_e \geq 0$ транспортный поток на дуге $e \in E$, $x = (\ldots, x_e, \ldots)^{\mathrm{T}}$; $t_e(x_e)$ – непрерывно дифференцируемая строго возрастающая функция для $x_e \geq 0$, моделирующая временные затраты на движение единицы потока x_e по дуге e, $e \in E$; $f_r^w \geq 0$ – поток по маршруту $r \in R^w$ между парой w, $f^w = \left\{f_r^w\right\}_{r \in R^w}$ и $f = \left\{f^w\right\}_{w \in W}$; $F^w > 0$ – совокупный транспортный спрос на перемещение между парой $w \in W$, $\sum\limits_{r \in R^w} f_r^w = F^w$; $\delta_{e,r}^w$ индикатор: 1, если дуга e входит в маршрут $r, r \in R^w$, и ноль в противном случае.

Формально, в рамках введенных обозначений, конкурентным равновесием в сети является такое распределение потоков F^w, $w \in W$, по маршрутам сети f, что

$$\sum_{e \in E} t_e(x_e) \cdot \delta_{e,r}^w \quad \begin{cases} = \mathrm{t}^w, & \text{если } f_r^w > 0, \\ \geq \mathrm{t}^w, & \text{если } f_r^w = 0, \end{cases} \quad \forall r \in R^w$$

при

$$x_e = \sum_{w \in W} \sum_{r \in R^w} f_r^w \delta_{e,r}^w,$$

где $\mathrm{t}^w > 0$ – равновесное время движения по всем используемым маршрутам между парой районов отправления-прибытия $w, w \in W$. Введем вектор $\mathrm{t} = \mathrm{t}_{n \times 1} = (\ldots, \mathrm{t}^w, \ldots), w \in W$. Будем считать, что спрос эластичен, то есть зависит от итогового времени движения: $F^w = g_w(\mathrm{t}^w)$ для всех $w \in W$.

Более того, будем также считать, что каждый узел сети представляет собой регулируемый перекресток: введём λ_e – время работы разрешающего сигнала в общем цикле светофора для входной дуги $e \in E$. В таком случае, администрация стремится минимизировать общее время движения транспортных потоков по улично-дорожной сети путем перенастройки режимов работы светофоров. Математическая формулировка данной задачи в виде задачи двухуровневой оптимизации представлена ниже.

Минимизировать среднее время движения в сети в целом [5, 6]:

$$\min_{\lambda} \sum_{e \in E} t(x_e, \lambda_e) x_e$$

на множестве ограничений

$$\sum_{e \in E_j} \lambda_e = 1 \quad \forall\, j \in J,$$

$$0 \le \lambda_e \le 1 \quad \forall\, e \in E,$$

при равновесно распределяемых потоках

$$x = \arg\min_{y} \sum_{e \in E} \int_0^{y_e} t(u, \lambda_e) du - \sum_{w \in W} \int_0^{F^w} g_w^{-1}(s) ds,$$

с учетом выполнения условий баланса и неотрицательности потоков

$$\sum_{r \in R^w} f_r^w = F^w \quad \forall\, w \in W,$$

$$f_r^w \ge 0, \quad \forall\, r \in R^w, w \in W,$$

где

$$y_e = \sum_{w \in W} \sum_{r \in R^w} f_r^w \delta_{e,r}^w, \qquad \forall\, r \in R^w, w \in W, e \in E.$$

Распределение потоков в сети из непересекающихся маршрутов с эластичным спросом

Рассмотрим сеть из непересекающихся маршрутов. Сеть представлена ориентированным графом с двумя узлами, образующими пару районов оправления-прибытия. Заданную пару районов отправления-прибытия соединяют n дуг, которые в данном случае являются маршрутами (рис. 1).

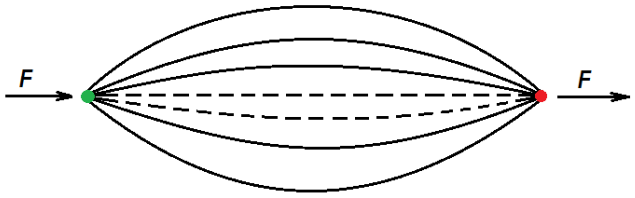


Рисунок 1 – *Сеть из непересекающихся маршрутов*

Введем следующие обозначения: F – транспортный спрос между парой районов отправления-прибытия; x_i – транспортный поток по маршруту i, $i = \overline{1,n}$, $x = (x_1, \ldots, x_n)$, $\sum_{i=1}^{n} x_i = F$. Пусть время движения по дуге i моделируется функцией $t_i(x_i) = a_i + b_i (x_i)^m$, $m > 1$, $a_i > 0$, $b_i > 0$,

для всех $i=\overline{1,n}$, где a_i – время свободного движения по дуге i, b_i – характеристика пропускной способности дуги, $i=\overline{1,n}$. В таком случае задача (1)–(4) примет вид

$$x^* = \arg\min_x \sum_{i=1}^{n} \int_0^{x_e} t_i(u)du \tag{1}$$

при ограничениях

$$\sum_{i=1}^{n} x_i = F, \tag{2}$$

$$x_i > 0 \quad \forall i=\overline{1,n}. \tag{3}$$

Перенумеруем маршруты следующим образом:

$$a_1 \le \cdots \le a_n. \tag{4}$$

Справедлива следующая

Теорема. При выполнении условия (4) конкурентное равновесие в сети из непересекающихся маршрутов достигается следующим образом

$$x_i = \begin{cases} \frac{1}{b_i} \cdot t^* - \frac{a_i}{b_i}, & \text{при } i \le k, \\ 0, & \text{при } i > k, \end{cases} \qquad i \in \{1,n\}$$

где t^* находится как

$$t^* = \frac{\frac{\mathrm{T}}{r} + \sum_{i=1}^{k} \frac{a_i}{b_i}}{\frac{1}{r} + r\sum_{i=1}^{k} \frac{1}{b_i}}$$

при

$$\sum_{i=1}^{k} \frac{a_k - a_i}{b_i} < F.$$

Доказательство. Оптимальное время передвижения между истоком и стоком является множителем Лагранжа, соответствующим ограничению (2) задачи (1)-(3):

$$L = \sum_{i=1}^{n} \int_0^{x_i} t_i(u)du - \int_0^F \frac{1}{u}du + t^*\left(F - \sum_{i=1}^{n} f_i\right) + \sum_{i=1}^{n} \eta_i(-x_i),$$

где $\eta_i \ge 0$, $i \in \{1,n\}$ – множители Лагранжа, соответствующие ограничению (3) задачи (1) – (3). Дифференцируя данный Лагранжиан по F и x_i, $i \in \{1,n\}$ и приравнивая к нулю, получим

$$t_i(x_i) = t^* + \eta_i, \quad i \in \{1,n\}$$

$$t^* = g^{-1}(F) = T - rF.$$

Воспользуемся условием дополняющей не жестокости Куна-Таккера $\eta_i f_i = 0,\ i \in \{1, n\}$. Откуда

$$t^* = \begin{cases} a_i + b_i\, x_i, & \eta_i = 0\text{, при } x_i > 0, \\ a_i - \eta_i, & \eta_i > 0 \quad \text{при } x_i = 0, \end{cases} \qquad \forall i \in \{1, n\}.$$

Выражаем $f_i > 0$:

$$x_i = \frac{t^* - a_i}{b_i}.$$

Далее подставляя последнее выражение в (2) и выражаем спрос, находим

$$F = t^* \cdot \sum_{i=1}^{k} \frac{1}{b_i} - \sum_{i=1}^{k} \frac{a_i}{b_i} = \frac{T - t^*}{r}.$$

□

Заключение

Рассмотрим сеть, которая представлена двумя подсетями из непересекающихся дуг, но с общими узлами (рис. 2).

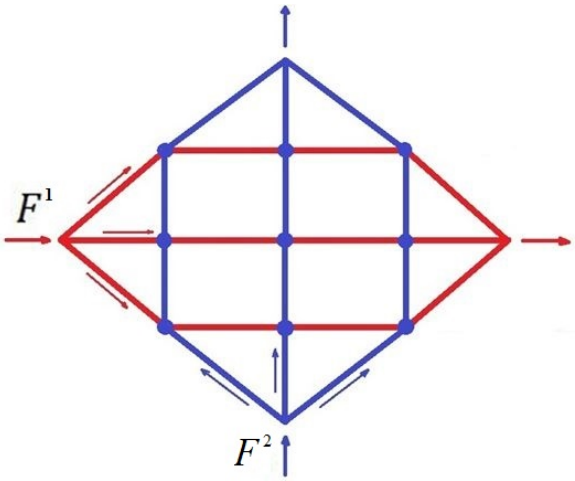


Рисунок 2 – Сеть из непересекающихся маршрутов с двумя подсетями

Полученные результаты могут быть эффективно применены для моделирования транспортного процесса на сети с приведенной топологией, когда каждый перекресток является регулируемым. При этом исследование такой сети позволит разработать понятные методологические указания по настройке режимов работы светофоров.

Список литературы

1. S.-W. Chiou, “Optimization of robust area traffic control with equilibrium flow under demand uncertainty,” Computers and Operations Research, vol. 41, pp. 399–411, Jan. 2014.

2. R. E. Allsop, J. A. Charlesworth, “Traffic in signal-controlled road network: an example of different signal timings inducing different routings,” Traffic Engineering Control, no 18, pp. 118–132, 1977.

3. M. J. Smith, T. Vuren, “Traffic equilibrium with responsive traffic control,” Trasportation science, vol. 27, no 2, pp. 118–132, May 1993.

4. S. C. Wong, “Derivatives of the performance index for the traffic model from TRANSYT,” Transportation Research Part B, vol. 29, no 5, pp. 303–327, Oct. 1995.

5. H. Yang, S. Yagar, “Traffic assignment and signal control in saturated road networks,” Transportation Research Part A, vol. 29, no 2, pp. 125– 139, Mar. 1995.

6. J. Clegg, M. J. Smith, Y. Xiang, R. Yarrow, “Bilevel programming applied to optimizing urban transportation,” Transportation Research Part B, vol. 35, no 1, pp. 41–70, Jan. 2001.

УДК 725.35: 004.94

ИМИТАЦИЯ ИНТЕРВАЛОВ ВРЕМЕНИ МЕЖДУ ЗАКАЗАМИ В ТРАНСПОРТНЫХ ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Тимченко Вячеслав Сергеевич *– кандидат технических наук, специалист по транспортным перевозкам*

ООО "РТС"

Ковалев Константин Евгеньевич *– кандидат технических наук, доцент кафедры логистики и коммерческой работы*

ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I

Аннотация. По соотношению качественных складских площадей и населения Россия значительно отстает от западных стран, поэтому разработки в области управления работой склада, являются актуальными в настоящий момент.

Транспортная инфраструктура это транспортные объекты на всех видах транспорта, связанные непосредственно с перевозками грузов. Как показывает анализ цепей поставок, в перевозочном процессе не менее важную роль играют грузовые склады, без которых невозможно эффективное взаимодействие различных видов транспорта.

В статье представлена имитационная модель определения интервала времени между заказами, которая позволяет учесть различные варианты колебаний размера заказа.

Ключевые слова: склад, интервал между заказами, оптимальный размер заказа, имитационная модель, системная динамика, логистика, транспортный поток, грузовые терминалы, информационные технологии.

INTERVALS MITATION OF TIME BETWEEN ORDERS IN THE WAREHOUSE

Timchenko Vyacheslav S. – Ph.D., specialist in transport transportations

LLC "RTS"

Kovalev Konstantin Ev. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department "Logistics and Commercial Work"

Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University

Abstract. By the ratio of high-quality warehouse space and population, Russia lags far behind Western countries, therefore, developments in the field of warehouse management are currently relevant.

Under the transport infrastructure, as a rule, they mean transport facilities on all types of transport directly related to the carriage of goods. As the analysis of supply chains shows, in the transportation process cargo warehouses play an equally important role, without which effective interaction of various types of transport is impossible.

The article presents a simulation model for determining the time interval between orders, which allows to take into account various options for fluctuating the size of the order.

Keywords: warehouse, interval between orders, optimal order size, simulation model, system dynamics, logistics, traffic flow, interaction of transport systems, information technology.

В работе [1] отмечается, что складам до последнего времени не уделялось должное внимание в отечественной транспортной науке. Однако развитие теории логистики показывает, что транспорт не может эффективно выполнять свои функции по оказанию услуг клиентам на достаточном уровне качества, если он не учитывает и в должной степени не использует возможности складских комплексов при организации цепей поставок.

Отечественная транспортная система представляет собой совокупность цепей поставок с участием складов на стыке различных видов транспорта. При этом каждая цепь поставок представляет собой упорядоченную совокупность грузовых складов и терминалов на стыке различных видов транспорта. Особенность складов, как участников цепей поставок, состоит в том, что они не создают никакой потребительской стоимости товаров, а преобразуют грузопотоки для обеспечения требуемого качества обслуживания клиентов, исходя из правил 7 R-s.

В мультимодальных перевозках важную роль играют комплексы перевалки грузов, грузовые терминалы [2–5]. Если в цепи поставок отсутствуют хорошо оснащенные современные склады, то в пунктах перевалки грузов с одних видов транспорта на другие будут иметь место высокие простои транспортных средств.

Наряду со складами, находящимися в пунктах перевалки, а также в пунктах зарождения и погашения грузопотока, следует выделить распределительные склады, являющиеся промежуточным звеном в цепях поставок на завершающем этапе движения грузопотока.

Параметры моделей рассчитываются на основании стандартных аналитических формул [6], гарантируя отсутствие дефицита в условиях определенности. Классическая модель систем управления запасами СУЗ с фиксированным ИВМЗ автоматически сигнализирует о необходимости восполнения запаса, только в случае постоянного потребления, не позволяя избежать дефицита в условиях неравномерности потребности.

Результаты управления запасами по методике с фиксированным интервалом менее достоверны, чем результаты методики с фиксированным размером заказа, так как вторая методика позволяет осуществлять непрерывный контроль за уровнем запаса и оперативно принимать управленческие решения. Все эти системы, а также различные их комбинации подробно разобраны в профильной литературе [6], однако они работают только в идеальных условиях, которые на практике недостижимы.

Розничные склады работают в условиях неопределенности, вызванной, отсутствием точной информации об уровне потребления продукции, поскольку этим параметром можно управлять лишь косвенно – путем различных скидок (сезонных и на минимальный объем партии), которые, как правило, вызваны необходимостью реализации продукции, которая заказана в избыточном количестве, либо прогнозируемый спрос на нее завышен по сравнению с фактическим спросом.

Поэтому оптимальный размер заказа [6], по критерию минимальной стоимости хранения на складе, в каждый i-й момент времени будет различным. Аналогично можно говорить и о j-м ИВМЗ.

В статье рассмотрена задача не в статическом, а в динамическом варианте, учитывая изменения рассматриваемых параметров во времени. Для этого используется один из подходов имитационного моделирования, который называется системная динамика [7–10]. В системной динамике процессы представляются в терминах накопителей, а также потоков между ними. Модель системной динамики описывает поведение и структуру сложной системы как множество связей, затруднений и увеличения затрат (временных или финансовых).

Необходимость использования дискретно-событийного подхода вызвана тем, что заказ в пути следования изменяется не пропорционально количеству суток, а ступенчато, т.е. не может быть учтен с использованием системно-динамического подхода, где динамические переменные и накопители, меняют свои значения по заданным правилам пропорционально модельному времени. Поэтому для определения объема заказа, находящегося в пути, используется дискретно-событийный подход, который посредством блока «Время выполнения заказа» осуществляет подсчет объема заказа, находящегося в пути и ступенчатое пополнение накопителя «Уровень текущего запаса», в то время, как потребление запаса склада, осу-

ществляется ежесуточно и поэтому может быть учтено через поток (flow) в адрес внешней среды (проиллюстрировано облаком на модели) с величиной потока, заданной динамической переменной и в то же время ступенчато, через количество доставленных заказов в моменты их доставки.

Заказ в пути определяется как сумма i-х заказов, которые уже отправились из пункта отправления, но еще не доставлены на склад:

Структура имитационной модели расчета ИВМЗ представлена на рисунке 1.

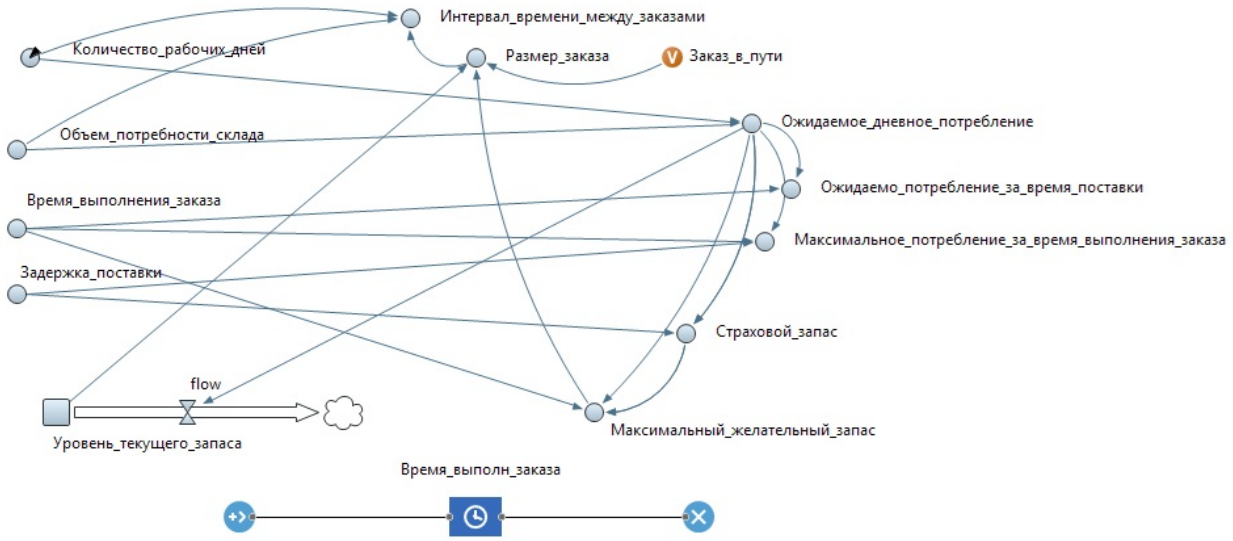


Рисунок 1 – Структура имитационной модели расчета ИВМЗ

Проведем расчеты для следующих исходных данных:

1. Расчетный период – 200 дней (количество рабочих дней в году).
2. Годовой объем потребления склада – 90 000 т.
3. Время выполнения заказа – 5 дней.
4. Возможная задержка поставки – 1 день.
5. Уровень текущего запаса на момент начала моделирования – 1500 т.

Предлагаемая имитационная модель позволяет получить графическое представление результатов расчета ИВМЗ (рис. 2).

В реальных условиях размер заказа может быть не всегда оптимальным, поэтому рассмотрим второй режим работы имитационной модели, когда динамика размеров заказа является исходными и задается в диапазоне [a; b], со средним значением c.

Рассмотрим результаты имитации ИВМЗ при размерах заказов, находящихся в диапазоне:

a) [750; 2050], со средним значением 1550;
b) [750; 3050], со средним значением 2550.

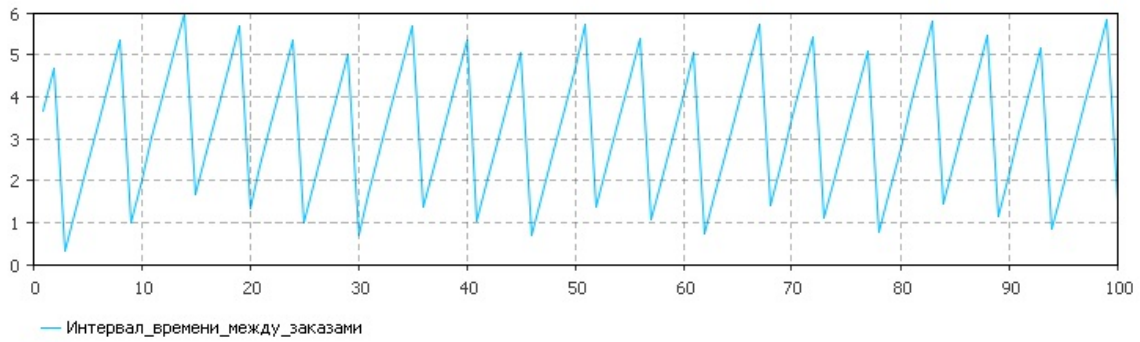


Рисунок 2 – Результаты расчетов ИВМЗ

Графическое представление результатов расчетов ИВМЗ (рис. 3).

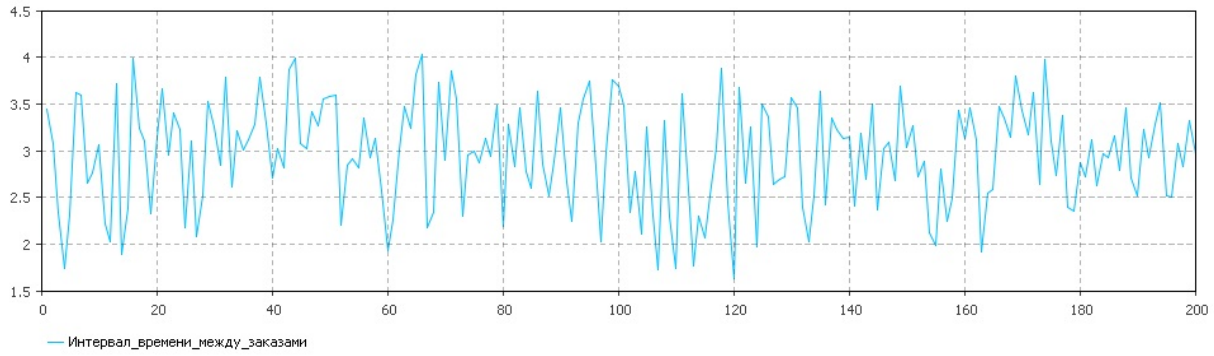


Рисунок 3 – Результаты расчетов ИВМЗ для варианта расчета

Визуальный анализ рисунка 3 и сравнение с рисунком 2 показывает значительно больший разброс в интервалах времени между заказами для вариантов расчета со случайным объемом заказа, по сравнению с оптимальной величиной заказа, что требует постоянного мониторинга и принятия оперативных решений по заказу новых партий для исключения дефицита грузов на распределительном складе. Инструментом для расчета ИВМЗ с учетом сложившейся оперативной обстановки может выступать предлагаемая имитационная модель, интегрированная в информационную систему склада. Для более удобного восприятия результатов представлены в виде гистограммы (рис. 4).

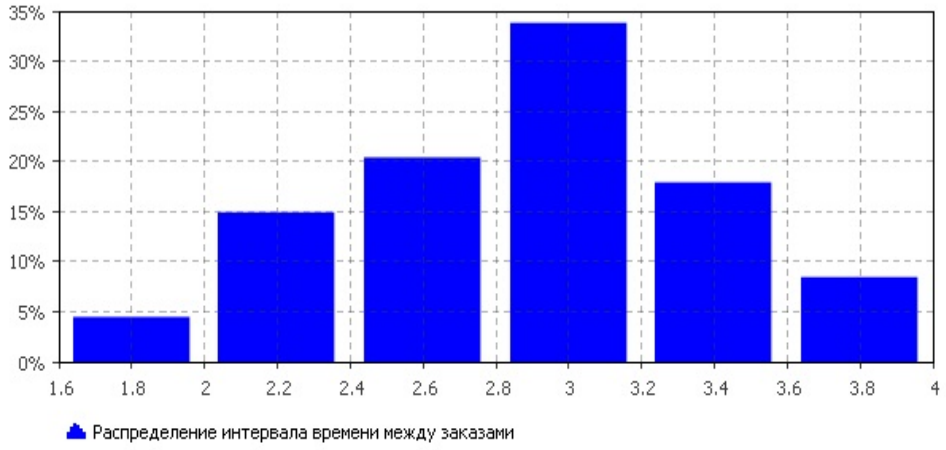


Рисунок 4 – Гистограмма результатов расчетов ИВМЗ для варианта расчета (b)

Таким образом, представленная в работе имитационная модель определения ИВМЗ позволяет учесть различные варианты колебаний размера заказа, полученного, как на основании статистических данных, так и при прогнозировании и избежать дефицита товара на складе и вызванного им экономических потерь. Совместное использование авторской имитационной модели с информационной системой склада может послужить инструментом менеджера по логистике при расчете ИВМЗ.

Список литературы

1. Морозова И.А. Проблема повышения конкурентоспособности транспортной системы России и ее интеграции в международную транспортную систему // Известия ВолгГТУ. 2015. С. 73–76.

2. Дыбская В.В. Управление складом в логистической системе. – М.: КИА центр, 2000. 145 с.

3. Тимченко В.С., Ковалев К.Е., Хомич Д.И. Имитационное моделирование на железнодорожном транспорте: монография // Саарбрюккен, Германия: LAP. LAMBERT Academic Publishing, 2017. 172 с. ISBN 978-3-330-04025-0.

4. Тимченко В.С. Методика обоснования строительства «Центра сервисного обслуживания вагонов» на основе имитационной модели // Вестник транспорта Поволжья. 2017. № 4. С. 59–66.

5. Ковалев К.Е., Тимченко В.С., Галкина Ю.Е. Логистические принципы функций управления оперативным персоналом железнодорожных станций на основе алгоритмического описания: монография // Под ред. А.П. Бадецкого – Саарбрюккен, Германия: LAP. LAMBERT Academic Publishing, 2017. 103 с. ISBN 978-620-2-06609-9.

6. Ковалев К.Е., Тимченко В.С. Оценка длительностей занятия приемо-отправочных путей технической станции с учетом количества поездных локомотивов методом имитационного моделирования // Вестник транспорта Поволжья. 2017. № 2. С. 53–57.

УДК 656

ПРОБЛЕМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА В ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ ДОСТАВКИ ГРУЗОВ

Кизляк Олег Петрович *– кандидат технических наук, доцент кафедры железнодорожных станций и узлов*

Никифорова Гузель Ислямовна *– кандидат технических наук, доцент кафедры управления эксплуатационной работой*

Сергеева Татьяна Георгиевна *– кандидат технических наук, доцент кафедры управления эксплуатационной работой*

ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I

Аннотация. Для развития логистических возможностей железнодорожного транспорта, повышения конкурентоспособности на рынке грузовых перевозок, необходимо развитие как традиционных операций (транспортировка, управление складским хранением и др.), так и расширение спектра услуг в быстрорастущем сегменте логистики. Для решения задачи уменьшения логистических издержек путем выявления наиболее затратных звеньев цепи путем сравнения их с предприятиями-лидерами отрасли, целесообразно использование процессно-ориентированного бенчмаркинга.

Ключевые слова: Бенчмаркинг, терминал, емкость, подвижной состав, оперирование, логистическая цепь, смежные виды транспорта, бизнес-процессы.

PROBLEMS OF FUNCTIONING OF RAILWAY TRANSPORT IN LOGISTIC CARGO DELIVERY SYSTEMS

Kizlyak Oleg P. – Docent, PhD in Technical Sciences
Nikiforova Guzel I. – Docent, PhD in Technical Sciences
Sergeeva Tatyana G. – Docent, PhD in Technical Science
Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University

Abstract. For the development of logistics capabilities of railway transport, increasing competitiveness in the freight transportation market, it is necessary to develop both traditional opera-

tions (transportation, warehousing management, etc.) and expansion of the range of services in the fast-growing segment of logistics.

Keywords: Benchmarking, terminal, capacity, rolling stock, operating, logistics chain, related modes of transport, business processes.

Современные тенденции развития российской и мировой экономики ставят перед транспортно-логистическими компаниями задачи, решение которых позволит обеспечить их устойчивое развитие на транспортном рынке, повысить доступность и качество транспортно-логистических услуг в области грузовых перевозок. До 2030 года ожидается значительный рост рынка аутсорсинговой логистики. Ускоренное развитие логистической интеграции и перенос затрат производителей из собственных транспортных подразделений в сферу приобретения логистических услуг у третьей стороны, может позволит этому сегменту расти темпами, превышающими рост ВВП при оптимизации общего уровня транспортных издержек [1]. Известно, что логистические провайдеры могут выполнять несколько базовых функций. Во-первых, непосредственно осуществляют оказания складских и транспортных услуг, для чего им требуются складские комплексы, терминалы и подвижной состав. Во-вторых, занимаются организацией логистического процесса под нужды конкретного клиента. Компании, владеющие реальными активами – будь то складские комплексы или подвижной состав, – специализируются в основном на предоставлении соответствующих складских и транспортных услуг.

Стратегическим же приоритетом развития ОАО "РЖД" является переход от оказания традиционных услуг по перевозкам к формированию глобальных логистических цепочек и предоставлению грузовладельцам комплексных услуг по принципу "от двери до двери" с последовательным расширением их спектра до 4PL. Однако в условиях глобализация международного бизнеса ОАО «РЖД» может испытывать значительные трудности в развитии конкурентоспособности и рентабельности только за счет роста грузооборота. Для выполнения поставленных задач необходимо формирование логистической стратегии с предложением дополнительных услуг в сегментах экспедирования, оперирования подвижным составом и терминально-складской обработки грузов [2, 3].

Действительно, в современном мире между предприятиями-лидерами в своей конкретной отрасли настойчиво формируется идея о том, что конкурируют между собой не сами компании, а их логистические цепи (цепи сбыта и снабжения). Становится очевидным и тот факт, что в конкурентной борьбе все в большей степени обостряется проблема управления издержками [2]. Выявление наиболее затратных звеньев цепи путем сравнения их характеристик с предприятиями-лидерами отрасли, целесообразно использование процессно-ориентированного бенчмаркинга [3, 4]. Объектом в данном случае выступает процесс и все его составляющие, а основной задачей – выделение бизнес-процессов предприятия и разбиение их на группы (основные, вспомогательные и процессы управления) [2]. Особый интерес представляет бенчмаркинг логистической составляющей компании. Практическая реализация подхода зависит от способа представления логистических затрат предприятия. Наиболее информативной с позиций бенчмаркинга является обобщенная классификация по логистическим функциям: снабжение, хранение, производство, распределение. При этом возможно использовать апробированные математико-статистические методы, позволяющие получать обоснованные выводы и прогнозы.

В связи с вышесказанным предлагается методика анализа затрат, базирующаяся на линейной алгебре, причем ее применение возможно в случае, когда число отобранных предприятий будет на единицу превышать число факторов, образующих затраты:

$$n = m + 1, \tag{1}$$

где n – количество предприятий; m – количество факторов, влияющих на образование затрат.

Тогда сравнительная оценка затрат рассматриваемого предприятия с затратами другого в рамках бенчмаркинга может быть представлена следующей формулой:

$$Z_0 = Z_i + \sum_{i=1}^{m} \Delta Z_{ij}, \quad (2)$$

где Z_0 – затраты рассматриваемого предприятия на выручку предприятия; Z_i – количество факторов, влияющих на образование затрат; ΔZ_{ij} – изменение затрат i-ого предприятия по сравнению с рассматриваемым предприятием по j-му фактору.

В свою очередь, изменение затрат ΔZ_{ij} можно определить, исходя из значений факторов:

$$\Delta Z_{ij} = \Delta F_{ij} + \Delta z_{ij}, \quad (3)$$

где ΔF_{ij} – разница между значениями j-го фактора рассматриваемого предприятия и j-го фактора i-го предприятия; Δz_{ij} – вклад в затраты единицы j-го фактора.

Использование предлагаемого авторами подхода возможно при условии, что ΔF_{ij} отлично от нуля, как для количественных факторов, так и для качественных. Таким образом, оценки и анализ логистических затрат на основе бенчмаркинга позволит учесть тенденции развития предприятий логистической отрасли и объективно оценить факторы по каждой из логистических функций. Фактически осуществляется стратегическое планирование, в котором показатели определяются на основе анализа данных других предприятий соответствующего сегмента рынка.

Сложно переоценить значение терминальной системы в логистических цепочках доставки грузов [5]. В виду различных параметров в работе смежных видов транспорта наиболее эффективной мерой является создание буферных терминалов необходимой емкости [6, 7]. Например, на стыке взаимодействия железнодорожного и морского транспорта, с помощью этих терминалов будет сглаживаться неравномерность поступления и отправления грузов транспортными средствами в пункте стыка.

Буферные терминалы обслуживают входящий и выходящий потоки грузов, характеризующиеся определенной интенсивностью μ и λ. Поиск оптимальной емкости перевалочного склада E целесообразно осуществить по критерию суммарных издержек.

Пусть n – среднее наличия груза на терминале, тогда разность $E - \bar{n}$ – это математическое ожидание незаполненной емкости склада. При известном законе распределения случайной величины n можно записать

$$E - \bar{n} = \int_0^{\infty} \left(E - \bar{n}\right) f(n) dn \ , \quad (4)$$

где $f(n)$– функция распределения плотности вероятности случайной величины n. При пуассоновском входящем и выходящем потоках, характеризующихся интенсивностями μ и λ, для определения рекомендуется следующее соотношение:

$$\bar{n} = \frac{\lambda}{\mu - \lambda}. \quad (5)$$

Оптимальная емкость буферного терминала может быть сформулирована следующим образом:

$$\bar{n} \le E \le E_{\max} \ . \quad (6)$$

Максимальное значение E определяется выделенными для строительства терминала ресурсами. Если ограничения на ресурсы не накладываются, то последнее неравенство принимает вид:

$$E \geq \bar{n} \ . \tag{7}$$

Задача оптимальной емкости буферного терминала может быть сформулирована следующим образом: требуется найти такую E, которая бы минимизировала целевую функцию $R(E)$, при соблюдении ограничений (6) и (7) , т.е. $R = \min R(E)$, если $\bar{n} \leq E \leq E_{\max}$ или $E \geq \bar{n}$ (рис.) [4].

Рисунок – График зависимости емкости контейнерного терминала от вместимости судна при пуассоновском распределении потока судов

Достаточная вместимость железнодорожно-водного терминала могла бы исключить непроизводительные простои судов и вагонов. Однако, часто крупные порты располагаются в зоне городской застройки, и возможность создать терминал достаточной ёмкости отсутствует. В таком случае допускается строительство так называемых сухих портов или тыловых логистических терминалов [7, 8]

Список литературы

1. Alstete, Jeffrey W. Benchmarking in Higher Education - ASHE-ERIC Higher Education Report. Washington D.C.: The George Washington University Graduate School of Education and Human Development, 1995. No.5. 141 p.

2. Nikiforova G.I., Sergeeva T.G., Malakhova T.A. Reserch of some management problems of rolling stock of the operation company – International Scientific and Practical Conference World science. 2016. T. 1. № 10 (14). C. 56–60

3. Грошев Г.М., Климова Н.В., Никифорова Г.И. Сравнительная оценка вариантов транспортировки судовой партии контейнеров в транспортном узле между тыловым терми-

налом и морским торговым портом – Интеллектуальные системы на транспорте: материалы четвёртой международной научно-практической конференции "ИнтеллектТранс–2014" под редакцией А.А. Корниенко. 2014. С. 425–431.

4. Маликов О.Б.Эффективное взаимодействие железнодорожного и морского транспорта // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2015. СПб: ИПТ РАН. 2015. С. 199–204.

5. Никифорова Г.И. Взаимодействие железнодорожного и морского транспорта при передаче контейнеропотока на основе принципов логистики: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук: 05.22.08 : защищена 27.04.2005: утв. 08.07.2005 / Никифорова Гузель Ислямовна. СПб. 2005. 195 с.

6. Кизляк О.П., Смирнова В.А. Бенчмаркинг как метод анализа логистических затрат предприятия // Развитие инфраструктуры и логистических технологий в транспортных системах: материалы второй международной научно-практической конференции под редакцией А.А. Краснощека, П.К. Рыбина. 2018. С. 288–290.

7. Никифорова Г.И., Сергеева Т.Г. Проблемы оперирования железнодорожным подвижным составом в современных условиях // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2014. СПб: ИПТ РАН. 2014. С. 185–189.

8. Никифорова Г.И., Сергеева Т.Г. Совершенствование управления парком вагонов операторской компании // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2015. СПб: ИПТ РАН. 2015. С. 215–220.

УДК 656

ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ПОДВИЖНЫМ СОСТАВОМ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Никифорова Гузель Ислямовна *– кандидат технических наук, доцент кафедры управления эксплуатационной работой*

Сергеева Татьяна Георгиевна *– кандидат технических наук, доцент кафедры управления эксплуатационной работой*

ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения императора Александра I

Аннотация. Большую роль в формировании рынка железнодорожных транспортных услуг играют операторские компании. Эффективное управление вагонным парком является важным инструментом в формировании транспортной отрасли. Качественный подход, основанный на прогнозировании потребности в вагонном парке по некоторым индикаторам, отвечает современным требованиям к эффективному управлению. Управление порожним вагонопотоком требует освоения новых методов.

Ключевые слова: оператор подвижного состава, порожний вагонопоток, индекс Герфиндаля, ABC-классификация, метод Парето.

PROBLEMS OF MANAGEMENT OF RAILWAY ROLLING STOCK IN MODERN CONDITIONS

Nikiforova Guzel I. – Docent, PhD in Technical Sciences

Sergeeva Tatyana G. – Docent, PhD in Technical Science

Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University

Abstract. A large role in shaping the market of railway transport services is played by operator companies. The effective management of the car fleet is an important tool in shaping the

transport industry. A qualitative approach based on forecasting the need for a car fleet according to some indicators meets modern requirements for effective management. Managing the empty car traffic flow requires the development of new methods.

Keywords: Rolling stock operator, empty car traffic flow, Herfindahl index, ABC classification, Pareto method.

Компании-операторы железнодорожного подвижного состава являются крупнейшими игроками на рынке транспортных услуг в РФ. Они оказывают значительное влияние на транспортную отрасль и экономику страны в целом.

Общий парк вагонов по данным ОАО «РЖД» вырос с 1070,2 тыс. ед. (июнь 2017 г.) года до 1089,99 тыс. ед. (июнь 2018 г.), т.е. на 1,8%. Рабочий парк увеличился с 917,1 тыс. ед. (июнь 2017 г.) до 948,4 тыс. ед. (июнь 2018 г.), т.е. на 3,4% [1, 6].

По данным [5] на долю 30 крупнейших операторов железнодорожного транспорта приходится 79 % парка вагонов по итогам 2017 года. Доля подвижного состава десятки топовых операторов возросла незначительно с 55 до 56 %. Не трудно подсчитать долю вагонов, представленных на рынке каждой операторской компанией из 30 крупнейших.

В пятерку крупнейших операторов железнодорожных грузовых перевозок входят АО «Федеральная грузовая компания», АО «Перавая грузовая компания», ГК РТК, АО «НефтеТрансСервис», PLC "Globaltrans Investment». На долю этих компаний приходится около 40,5% вагонного парка.

Интересно исследовать рынок грузовых железнодорожных перевозок с точки зрения развития конкурентной среды. Для определения уровня конкуренции, как правило, используют индекс Герфиндаля:

$$G = \sum_{i=0}^{n} q_i^2 \,, \tag{1}$$

где G – значение индекса Герфиндаля; q_i^2 – доля компании на рынке в процентах.

По итогам за 2017 года индекс Герфиндаля составил:

$$G = \sum_{i=0}^{n} q_i^2 = 466{,}06 \approx 46.$$

Значение индекса в диапазоне от 400 до 1000 говорит о монополистической конкуренции (10–20 крупных игроков).

В современных условиях на первый план в работе операторских компаний выходит эффективное регулирование парка подвижного состава, что позволит предотвратить профицит и дефицит вагонов. Если рассматривать вагонный парк в управлении операторской компании, как запас, то для того, чтобы обеспечить потребности в перевозках грузов, необходимо реализовать алгоритм процесса управления вагонным парком компании-оператора, как управления запасами [2–4]. Разработка алгоритма управления вагонным парком, в данном случае, включает в себя несколько этапов:

определение объема потребности в вагонах;

определение состава затрат, связанных с содержанием вагонного парка;

расчет оптимального количества вагонов, пополняющего вагонный парк;

согласование условий пополнения вагонного парка;

проектирование алгоритма управления вагонным парком (управления запасами) [7, 8].

Выделяют два подхода в прогнозировании потребности в вагонах (потребления запаса): количественный и качественный.

Качественный подход основывается на системе экспертных оценок. Количественный подход использует временные ряды накоплений за предыдущие периоды и статистические данные величины спроса. Существует также комбинированный подход к определению потребности в вагонном парке, который включает в себя элементы количественного и каче-

ственного подхода. Предположим, что на потребность в вагонном парке оказывает влияние какая-то переменная, от которой зависит прогнозируемый спрос на вагоны. Например, есть статистический ряд, описывающий связь между ценами за единицу продукции и объёмом перевозок продукции в вагонах (табл. 1).

Таблица 1 – Связь между ценами за единицу продукции и объёмом перевозок продукции в вагонах

Период	**Цена за единицу продукции, у.е.**	**Объем перевозок продукции N-ой операторской компанией**
Январь	C_1	V_1
Февраль	C_2	V_2
…	…	…
Декабрь	C_i	V_i
Коэффициент корреляции		ρ_{CV}

Коэффициент корреляции ρ_{CV} показывает уровень взаимосвязи между показателями *C* (ценой за единицу продукции) и *V* (объемов перевозок продукции в вагонах). Коэффициент корреляции рассчитывается по формуле:

$$\rho_{CV} = \frac{Cov(C;V)}{\sigma_C * \sigma_V}, \quad (2)$$

где σ_C, σ_V – стандартные отклонения статистических рядов *C* и *V*; $Cov(C;V)$ – ковариация статистического ряда, определяемая по формуле:

$$Cov(C;V) = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(c_i - \bar{c})(v_i - \bar{v}), \quad (3)$$

где n – число наблюдений; i – индекс наблюдений; c_i – значение статистической величины ряда *C* в момент времени *i*; $\bar{c}$ – средняя арифметическая величина статистического ряда *C*; v_i – значение статистической величины ряда *V* в момент времени *i*; $\bar{v}$ – средняя арифметическая величина статистического ряда *V*.

Для прогнозирования потребности в вагонах в зависимости от цены на единицу продукции на основе индикаторов используется регрессионный анализ. Простейшей формой регрессии является линейная связь между переменными. Также могут быть использованы логарифмическое, степенное полиноминальное, экспоненциальное уравнения регрессии. В основу качественного подхода также мог бы войти метод ABC-классификации или метод Парето [3], где в первую очередь рассчитывается синтетический критерий К классификации. Данный метод помогает классифицировать номенклатуру любого запаса в целях выявления степени воздействия состояния запаса на результаты деятельности предприятия [6].

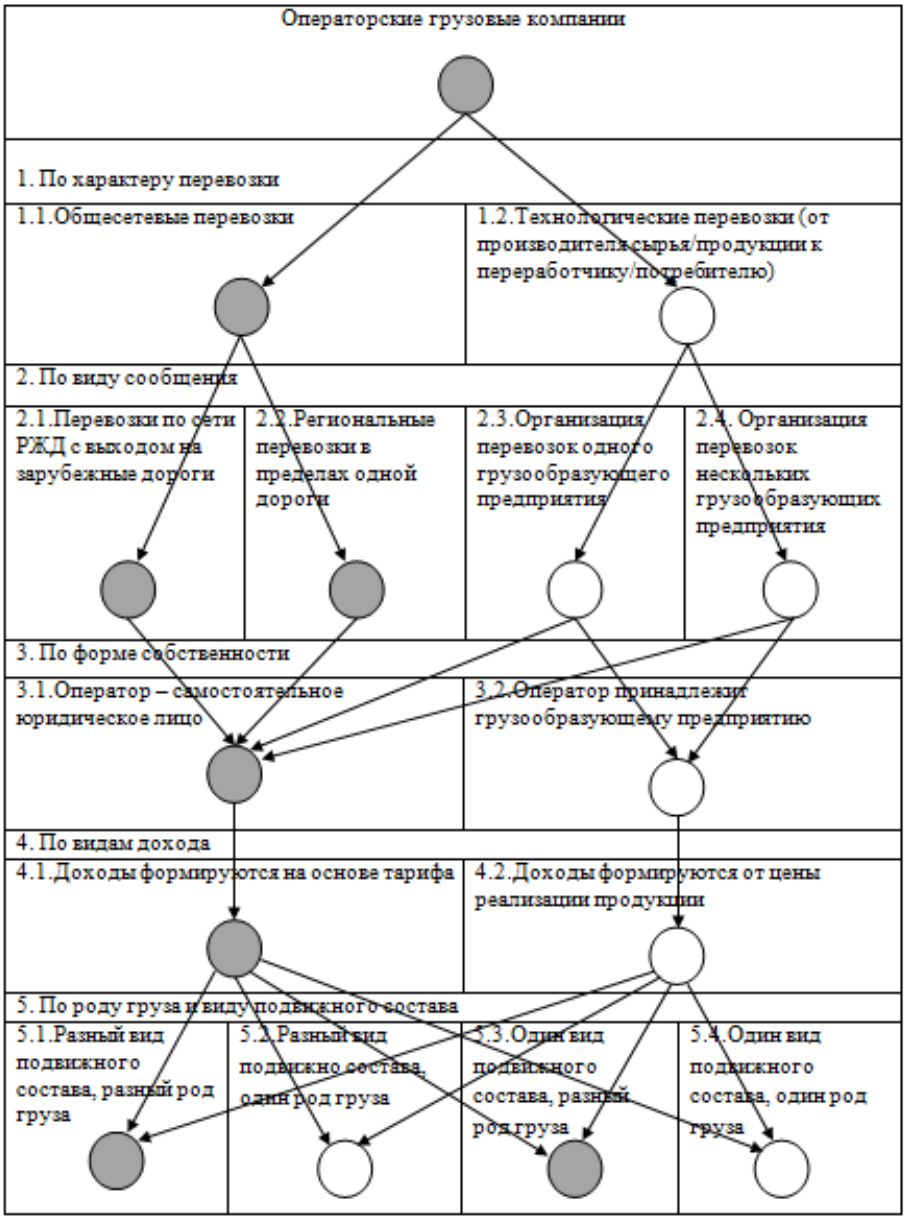


Рисунок – Классификация операторских компаний с выделением сегментов, соответствующих работе лидирующих игроков:

- компании-операторы, лидирующие на рынке железнодорожных транспортных услуг.

Реализация метода Парето происходит в несколько этапов. Выполнение первого этапа наиболее важная составляющая методики, т.к. выбор критерия классификации зависит от стратегии предприятия. Критерий классификации должен быть продуман руководством компании в зависимости от преследуемой цели. Так, например, показатели качества или ключевые показатели эффективности могут быть представлены [2, 3]:

– средним оборотом вагона τ, сут.;

– маршрутной скоростью перевозки $V_{марш}$.км/сут;

– средней дальностью доставки груза $L_{ср}$, км и т.д.

Любой из этих показателей может послужить критерием дальнейшей классификации. Однако в современных условиях выделение только одного показателя в качестве критерия классификации не может в полной мере отражать преследуемые цели. В связи с этим целесообразно выделить синтетический критерий классификации [6].

Предположим, что для некоторого оператора железнодорожного подвижного состава имеют значение следующие показатели:прибыль от управления вагонами П, тыс.руб.; продолжительность оборота вагона τ , сут.; парк вагонов N, тыс.ваг.

Пусть для этих показателей в результате продуманного решения руководства компании выделены весовые коэффициенты (табл. 2).

Таблица 2 – Весовые коэффициенты

№ пп	Наименование критерия	Весовой коэффициент
1	Прибыль от управления вагонами П, тыс.руб.	0,3
2	Оборот вагона τ , сут.	0,5
3	Парк вагонов N, тыс.ваг.	0,2
	Итого	1,0

Далее необходимо рассчитать синтетический критерий классификации для каждой позиции номенклатуры вагонов. Предположим, что в качестве позиции номенклатуры в целях эффективного управления вагонным парком выбран род подвижного состава. Расчет синтетического критерия представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Расчет синтетического критерия

№ пп	Наименование рода вагона	Значение критерия			Весовой коэффициент			Синтетический критерий, K_i
		N	τ	П	k_N	k_τ	$k_П$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Полувагоны	N_1	τ_1	$П_1$	0,2	0,5	0,3	K_1
2	Цистерны	N_2	τ_2	$П_2$	0,2	0,5	0,3	K_2
3	Крытые	N_3	τ_3	$П_3$	0,2	0,5	0,3	K_3
…	…	…	…	…	…	…	…	…
m	Прочие	N_m	τ_m	$П_m$	0,2	0,5	0,3	K_m

При этом синтетический критерий *К* определяется по формуле:

$$\boldsymbol{K_i = \sum_{i=1}^{m} N_i k_N, \tau_i k_\tau, П_i k_П} \ , \tag{4}$$

где k_N – весовой коэффициент критерия «парк вагонов»;

k_τ – весовой коэффициент критерия «оборот вагона»;

$k_П$ – весовой коэффициент критерия «прибыль от управления вагонами»;

m – количество видов подвижного состава.

Второй этап АВС-классификации представляет собой расчет нарастающего итога значения синтетического критерия по номенклатурным позициям, в данном случае – по роду подвижного состава (табл. 4).

Удельный вес синтетического критерия для *i*-го вида подвижного состава рассчитывается по формуле:

$$\boldsymbol{У_i = \frac{K_i}{\sum_{i=1}^{m} K_i}} \ . \tag{5}$$

Нарастающий итог для *i*-го вида подвижного состава определяется суммированием нарастающего итога предыдущей позиции $\boldsymbol{H_{i-1}}$ с удельным весом настоящей позиции $\boldsymbol{У_i}$, т.е. для первой позиции: $H_1 = У_1$, и далее по формуле:

$$\boldsymbol{H_i = \sum_{i=1}^{m} (H_{i-1}, У_i)} \ . \tag{6}$$

Таблица 4 – Значения синтетического критерия по роду подвижного состава

№ пп	Наименование рода вагона	Синтетический критерий, K_i	Удельный вес $У_i$, %	Нарастающий итог H_i, %	Группа
1	2	3	4	5	6
1	Полувагоны	$К_1$	$У_1$	$Н_1$	А
2	Цистерны	$К_2$	$У_2$	$Н_2$	А
3	Крытые	$К_3$	$У_3$	$Н_3$	В
…	…	…	…	…	…
m	Прочие	$К_m$	$У_m$	$Н_m$	С
	Итого	$\sum_{i=1}^{m} \mathbf{Ki}$	99.99	-	-

И, наконец, третий этап АВС-классификации состоит в выделении групп по данным столбца 5 таблицы 3. Для этого используется закон Парето, который утверждает, что 80 % значений качественного критерия определяется 20 % количества совокупности выбранных объектов [4]. Кратко процесс выделения групп можно описать следующим образом:

если $\mathbf{0} < \boldsymbol{H_i} \leq \mathbf{80}$, то род вагона с нарастающим итогом $\boldsymbol{H_i}$ относится к группе А;
если $\mathbf{80} < \boldsymbol{H_i} \leq \mathbf{90}$, то род вагона с нарастающим итогом $\boldsymbol{H_i}$ относится к группе В;
если $\mathbf{90} < \boldsymbol{H_i} < \mathbf{100}$, то род вагона с нарастающим итогом $\boldsymbol{H_i}$ относится к группе С.

АВС-классификация является простым и универсальным способом выделения значимой группы объектов управления. Кроме того, этот метод достаточно объективен, он помогает формализовать процесс классификации и выделения номенклатурных групп, что, в конечном итоге, позволяет встроить этот метод в эффективную систему менеджмента на предприятии, в том числе, как показано выше, в системе управления парком вагонов операторской компании.

Условия взаимодействия i-ой станции погрузки порожних вагонов и согласованного подвода порожнего вагонопотока на интервале времени $0 < t < \tau$ может быть записано через временные интервалы следующим образом:

$$T_{pi}(t) = T_{пi}(t + \tau_{зi}), \tag{7}$$

где $T_{pi}(t)$ – временной интервал подачи порожних вагонов на i-ую станции погрузки в момент t; $T_{пi}(t + \tau_{pi})$ – временной интервал погрузки порожних вагонопотоков на i-ой станции в момент прибытия на станцию $t + \tau_{зi}$; $\tau_{зi}$ – длительность запаздывания порожних вагонов под погрузку на i-ую станцию (от момента отправления со станции отстоя порожних вагонов до момента прибытия на i-ую станцию погрузки).

Тогда критерий оценки несогласованности подвода порожнего вагонопотока на i-ую станции погрузки, выраженный через соответствующие временные интервалы:

$$W_i[T_{pi}(t)] = \frac{1}{\tau}\int_0^{\tau}\left[T_{pi}(t) - T_{пi}(t + \tau_{зi})\right]^2 dt, \quad i = 1,2,\dots,S(t)\ . \tag{8}$$

С учетом приоритетов отдельных станций погрузки:

$$W\left[T_{p1}(t), T_{p2}(t), \dots, T_{ps}(t)\right] = \sum_{i=1}^{s(t)} W_i = \frac{1}{\tau}\int_0^{\tau} \sum_{i=1}^{s(t)} \left\{ l_i \left[T_{pi}(t) - T_{\text{п}i}(t + \tau_{\text{з}i})\right]^2 \right\} dt, \quad (9)$$

где l_i – коэффициент приоритета -ой станции, который назначается в зависимости от доли станции в общем объеме погрузки.

Критерий оптимальности управления Wоценивает несогласованность погрузочного и транспортного комплекса на интервале времени $(0;\tau)$ с учетом приоритетов. В соответствии с этим условие оптимизации имеет вид:

$$W\left[T_{p1}(t), T_{p2}(t), \dots, T_{ps}(t)\right] \to min\,. \quad (10)$$

В соответствии с соотношениями (1), (2), (3), (4) указанную задачу можно сформулировать в виде:

$$W\left[T_{p1}(t), T_{p2}(t), \dots, T_{ps}(t)\right] = \frac{1}{\tau}\int_0^{\tau} \sum_{i=1}^{s(t)} \left\{ l_i \left[T_{pi}(t) - T_{\text{п}i}(t + \tau_{\text{з}i})\right]^2 \right\} dt \to min\,. \quad (11)$$

при определенных ограничениях.

Список литературы

1. Nikiforova G.I., Sergeeva T.G., Malakhova T.A. Reserch of some management problems of rolling stock of the operation company/ International Scientific and Practical Conference World science. 2016. Т. 1. № 10 (14). С. 56–60.
2. Котенко А.Г., Никифорова Г.И., Сергеева Т.Г. Проблемы оперирования железнодорожным подвижным составом в современных условиях // Интеллектуальные системы на транспорте – 2015. 2015. С. 143–150.
3. Никифорова Г.И., Сергеева Т.Г. Совершенстование управления парком вагонов операторской компании // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2015. СПб: ИПТ РАН. 2015. С. 215–220.
4. Услуги становятся ближе к клиенту // РЖД партнер. 2018. № 15–16. С. 60–65.
5. Стратегия развития холдинга ОАО «РЖД» на период до 2030 года. http://doc.rzd.ru (дата обращения 12.10.2018).
6. Стерлигова А.Н. Управление запасами в цепях поставок: учебник. М.: ИНФРА-М, 2013. 430 с.
7. Салимова Т.А. Управление качеством: учебник. М.: Омега-Л. 2013. 223 с.

УДК 656.611

О НЕОБХОДИМОСТИ РАЗРАБОТКИ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ РИСКА ПРИ ЛОЦМАНСКОЙ ПРОВОДКЕ СУДОВ

Горячев Иван Сергеевич *– начальник лоцманской службы (порт Керчь)*
ФГУП "Росморпорт" Крымский филиал

Дегтярев Андрей Владимирович *– аспирант кафедры электрооборудования судов и автоматизации производства*
ФГБОУ ВО Керченский государственный морской технологический университет

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы разработки методов оценки риска, позволяющих оценить уровень безопасности прохода судна в текущих условиях по заданному

маршруту до начала лоцманской проводки и принять решение о начале либо приостановке лоцманской проводки с целью повысить уровень безопасности работы лоцмана.

Ключевые слова: лоция, проводка, безопасность, Керчь, заданный маршрут, маневрирование, канал, судно.

ON THE NEED FOR DEVELOPING RISK ASSESSMENT METHODS FOR LOCUM WIRE OF VESSELS

Goryachev Ivan S. – Head of the Pilot Service (Kerch port)
"Rosmorport" Crimean branch
Degtyarev Andrey V. – graduate student of the Department of Electrical Equipment of Ships and Production Automation
Kerch state technological university

Abstract. The questions of risk assessment methods of vessel's safe passage on the designated route in current circumstances are raised in this article. The methods will allow to assess the safety level of pilotage before it begins and to make a decision whether to start pilotage or to suspend it in order to heighten the level of safety in pilot's work.

Keywords: flight, wiring, security, Kerch, given route, maneuvering, channel, ship.

Плавание судна под проводкой лоцмана – неотъемлемая часть работы любого судна. Услугами лоцманской службы суда пользуются при заходе в порт и выходе из порта, проходах узкостей, каналов и фарватеров, швартовых операциях. Согласно ст. 86 Кодекса торгового мореплавания Российской Федерации основными целями лоцманской проводки являются обеспечение безопасности плавания судов и предотвращение происшествий с судами; защиты морской среды [1–3]. Именно безопасность является ключевым фактором работы лоцмана. Сложность лоцманской работы состоит в том, что в течение вахты лоцману необходимо осуществлять проводку нескольких судов, зачастую значительно различающихся по типу и маневренным характеристикам. При этом лоцману отводится минимальное время для ознакомления с маневренными характеристиками до начала лоцманской проводки. Значительное влияние на безопасность лоцманской проводки оказывают местные гидрологические и гидрометеорологические условия района лоцманской проводки. Однако нормативные документы нередко не содержат ограничений по осуществлению лоцманской проводки в тех или иных условиях, что представляет дополнительные трудности для лоцмана, поскольку принятие решения об осуществлении лоцманской проводки и ответственность за данное решение лежит непосредственно на лоцмане и делается на исключительно на основе его опыта и знаний. Рассмотрим транзитную лоцманскую проводку по Керчь – Еникальскому каналу. Керчь – Еникальский канал (рис.) – сложное гидротехническое сооружение, являющееся частью рекомендованного пути № 12 из Черного моря в Азовское море.

Керчь – Еникальский канал состоит из четырёх колен (табл.) общей протяженностью 35050 м. Минимальная гарантированная глубина и объявленная осадка судна в границах канала составляют 8,3 м и 8,0 м соответственно (по данным 2017 года). Ширина судоходной части канала составляет 120 метров на всём протяжении. Преобладающие глубины за бровками канала составляют 6-7 метров для Павловского и Чушкинского колен, 5–6 метров для Бурунского, и 3–4 метра для Еникальского колена. Еникальское колено канала в районе мыса Ак-Бурун пересекает транспортный переход через Керченский пролив.

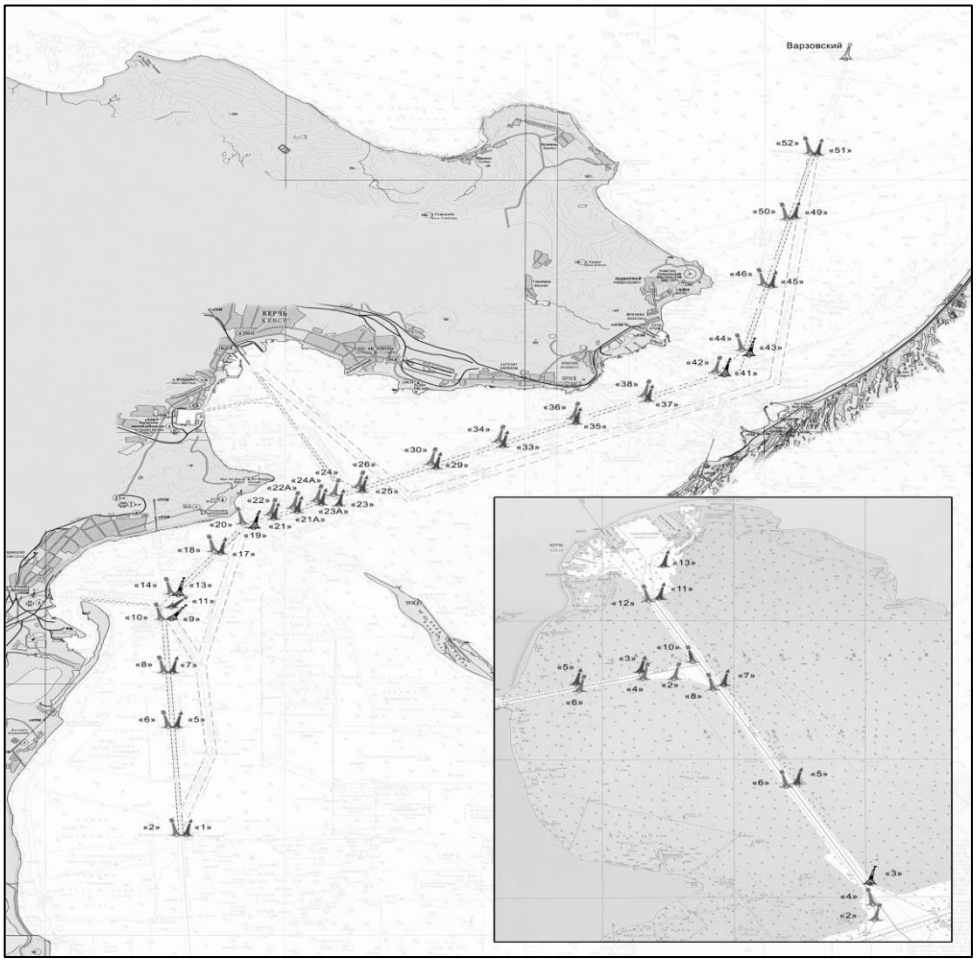


Рисунок – Керчь – Еникальский канал и Керченский подходной канал с плавучими СНО

Таблица – Керчь – Еникальский канал

N/N	Название колена	Длина, м	Курсы оси, градус
1	Павловское	8570	356,6-176,6
2	Бурунское	3650	37,5-217,5
3	Еникальское	14650	66,8-246,8
4	Чушкинское	8180	14,3-194,3

Административно Керчь – Еникальский канал является подходами к морским портам Керчь и Кавказ. Плавание в нём регламентируется Обязательными постановлениями в морских портах Керчь и Кавказ. К плаванию по Керчь – Еникальскому каналу допускаются суда длиной до 252 метров и осадкой не более восьми метров. Существуют ограничения по видимости, однако нет никаких ограничений по ветровому режиму. Керченский пролив характеризуется сложными гидрометеорологическими условиями, преобладающие ветры С, СЗ, СВ, Ю. СВ ветры зачастую достигают скорости 20 м/с и более. Течения в проливе носят сгонно-нагонный характер, скорость достигает 2 и более узла, особенно ярко выражено действие течения в районе транспортного перехода, а также в районе мыса Еникале. Вышеизложенные гидрологические и гидрометеорологические факторы, а также относительно небольшая ширина канала и малые глубины за бровками делают Керчь – Еникальский канал сложным в навигационном отношении и создают необходимость использования капитанами лоцмана со знанием местных условий.

В свою очередь, в отсутствие ограничений в нормативных документах, лоцману необходим метод оценки безопасности прохода судна заданным маршрутом (каналом) в фактических условиях до начала лоцманской проводки [4–8]. Такой метод позволит оценить какие факторы создают опасность при лоцманской проводке и отложить её до того момента, когда

влияние этих факторов будет исключено или уменьшено до приемлемого уровня. При современном уровне развития вычислительной техники, наиболее приемлемым методом оценки безопасности движения судна является математическое моделирование. В работе [3] рассматривают влияние случайных параметров судна, таких как: присоединенные массы воды и момент инерции, осадка судна и других, на траекторные характеристики движения, управляемость и безопасность судна. Задача, решаемая в работе, может стать основой для создания метода оценки безопасности прохода судна заданным маршрутом при более точном определении закономерностей влияния всех случайных факторов на движение судна а также точном определении количественных и качественных величин безопасности прохода.

Список литературы

1. Кодекс торгового мореплавания Российской Федерации.
2. Лоция Азовского моря (№ 1243). ГУНиО МО. Санкт-Петербург. 2007
3. Виноградов В.Н., Ивановский Н.В. Анализ влияния случайных параметров судна на управляемость и безопасность // Вестник ВГАВТ. Выпуск 55. 2018. С. 169–180
4. Будник В.Ю., Черный С.Г. Оценка рисков безопасного прохода судов по каналу Керчь-ени-кале // Транспорт: наука, техника, управление. 2018. № 4. С. 50–53.
5. Соколов С.С., Нырков А.П., Чёрный С.Г., Жиленков А.А. Устройство контроля остойчивости судна // патент на полезную модель RUS 169161 14.06.2016
6. Chernyi S.G., Logunova N.A., Aleksahina L.V. Institutional and organizational aspects of regional marine transport system strategic development // Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies 2017. С. 128–131.
7. Чёрный С.Г., Будник В.Ю. Кластер проблематики в навигационных аспектах прохождения судов в акватории крымского моста // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2017. СПб: ИПТ РАН. 2017. С. 271–275.
8. Черный С.Г., Жиленков А.А., Будник В.И. Программно-аппаратный комплекс информационного обеспечения системы динамического позиционирования морского объекта в двухмассовых системах // материалы XXIII Санкт-Петербургской Международной конференции по интегрированным навигационным системам. Главный редактор В.Г. Пешехонов. 2016. С. 407–713.

УДК 656.6

МЕТОД ОЦЕНКИ НАВИГАЦИОННЫХ РИСКОВ ПРИ ЛОЦМАНСКОЙ ПРОВОДКЕ СУДОВ

Виноградов Владимир Николаевич *– доктор технических наук, профессор кафедры судовождения и промышленного рыболовства*

Ивановский Николай Владимирович *– кандидат технических наук, доцент кафедры судовождения и промышленного рыболовства*

ФГБОУ ВО Керченский государственный морской технологический университет

Горячев Иван Сергеевич *– начальник лоцманской службы (порт Керчь)*

ФГУП "Росморпорт" Крымский филиал

Анотация. В статье рассматриваются вопросы разработки методов оценки риска, позволяющих оценить уровень безопасности прохода судна в текущих условиях по заданному маршруту до начала лоцманской проводки и принять решение о начале либо приостановке лоцманской проводки с целью повышения уровня безопасности судоходства.

Ключевые слова: безопасность судоходства, человеческий фактор, оценка риска, лоцманская проводка судна, автоматическое управление.

METHOD FOR ASSESSING NAVIGATIONAL RISKS AT LOTSMAN WIRE OF VESSELS

Vinogradov Vladimir N. – Dr. Tech. sciences, professor of the department "Navigation and industrial fishing"

Kerch State Technological University

Ivanovsky Nikolay V. – Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor of the Department "Navigation and industrial fishing"

Kerch state technological university

Goryachev Ivan S. – Head of Pilot Service (Kerch Port), Senior Lecturer at the Department of Navigation and Industrial Fisheries

Abstract. The questions of risk assessment methods of vessel's safe passage on the designated route in current circumstances are raised in this article. The methods will allow to assess the safety level of pilotage before it begins and to make a decision whether to start pilotage or to suspend it in order to heighten the level of safety in pilot's work.

Keywords: safety of navigation, human factor, risk assessment, pilotage, automatic control.

Одной из основных причин аварийности на морском транспорте [1] продолжает оставаться человеческий фактор, который в свою очередь является следствием недостаточной формализации процесса управления судном. Примером могут служить МППСС-72 в которых все правила связанные с расхождением судов не имеют четких критериев принятия решений, а опираются, в первую очередь на практический опыт ВПКМ. Другим примером может служить проводка судна через узкость, где все зависит от опыта лоцмана и капитана.

Рассмотрим данную проблему на примере транзитной лоцманской проводки по Керчь – Еникальскому каналу [2]. Керчь – Еникальский канал – сложное гидротехническое сооружение, являющееся частью рекомендованного пути №12 из Черного моря в Азовское море. Керчь – Еникальский канал состоит из четырёх колен (табл.) общей протяженностью 35050 м. Минимальная гарантированная глубина и объявленная осадка судна в границах канала составляют 8,3 м и 8,0 м соответственно (по данным 2017 года). Ширина судоходной части канала составляет 120 метров на всём протяжении. Преобладающие глубины за бровками канала составляют 6-7 метров для Павловского и Чушкинского колен, 5-6 метров для Бурунского, и 3-4 метра для Еникальского колена. Еникальское колено канала в районе мыса Ак-Бурун пересекает транспортный переход через Керченский пролив.

Таблица – Керчь – Еникальский канал

№	Название колена	Длина, м	Курсы оси, градус
1	Павловское	8570	356,6-176,6
2	Бурунское	3650	37,5-217,5
3	Еникальское	14650	66,8-246,8
4	Чушкинское	8180	14,3-194,3

Административно Керчь – Еникальский канал является подходами к морским портам Керчь и Кавказ. Плавание в нём регламентируется Обязательными постановлениями в морских портах Керчь и Кавказ. К плаванию по Керчь – Еникальскому каналу допускаются суда длиной до 252 метров и осадкой не более восьми метров. Существуют ограничения по видимости, однако нет никаких ограничений по ветровому режиму. Керченский пролив характеризуется сложными гидрометеорологическими условиями, преобладающие ветры С, СЗ, СВ, Ю. СВ ветры зачастую достигают скорости 20 м/с и более. Течения в проливе носят сгонно-нагонный характер, скорость достигает 2 и более узла, особенно ярко выражено действие течения в районе транспортного перехода, а также в районе мыса Еникале.

Вышеизложенные гидрологические и гидрометеорологические факторы, а также относительно небольшая ширина канала и малые глубины за бровками делают Керчь – Еникальский канал сложным в навигационном отношении и создают необходимость использования капитанами лоцмана со знанием местных условий.

В свою очередь, в отсутствие ограничений в нормативных документах, лоцману необходим метод оценки безопасности прохода судна заданным маршрутом (каналом) в фактических условиях до начала лоцманской проводки, т.е. в соответствии с заданными параметрами судна и гидрометеорологическими факторами можно было бы оценить риск проводки судна по проливу, а также его проход через судоходный пролет «Крымского моста».

Для решения этой задачи необходимо иметь базу математических моделей судов, а в случае ее отсутствия иметь метод построения вероятностной модели при минимальной информации о судне (основные размерения, осадка). Решения данной задачи изложено в работе [3].

Для различного вида маневра судна можно рассматривать частные показатели управляемости судна. Так, например, при маневре установившейся циркуляции в качестве частных показателей управляемости могут рассматриваться моментные характеристики отклонения центра и радиуса циркуляции от опорных значений [4–8]. При прохождении судном узких проливов частными показателями управляемости могут являться отклонения управляющих воздействий от допустимых (опорных) значений, моментные характеристики отклонений: координат центра масс судна от заданных координат пролива, курса судна и его угловой скорости вращения. В качестве количественной величины управляемости и безопасности прохода судном узкого пролива предлагается рассматривать нормированную среднеквадратическую величину риска

$$R = \int_{\Omega} \left[F(\Delta \boldsymbol{P}) \frac{1}{T} \int_{t_0}^{T} [\Delta \boldsymbol{X}(\tau) \boldsymbol{Q}(\tau) \Delta \boldsymbol{X}^T(\tau) + q(\tau)\delta(\tau)^2] dt \right] d\Delta \boldsymbol{P} \qquad (1)$$

где

$\boldsymbol{P}$ – вектор параметров судна (масса, момент инерции, осадка, длина, ширина, коэффициенты сил и моментов и ряд других);

$\boldsymbol{X}=(x,y,v_x,v_y,\psi,\omega_z)$, где x, y – координаты судна в местной прямоугольной системе координат (МПСК), v_x, v_y, – координаты вектора скорости судна в связанной системе координат (ССК), ψ – угол курса судна;

ω_z – угловая скорость вращения судна вокруг вертикальной оси;

δ – угол перекладки руля;

$F(\Delta\mathbf{P})$– априорный закон распределения вероятности вектора параметров $\Delta\mathbf{P}$;

$\mathbf{Q}(\tau)$ – диагональная неотрицательно определенная матрица весов вектора $\Delta\mathbf{X}(\tau)$;

$q(\tau)$ – неотрицательная функция веса отклонения руля.

Будем считать, что при нахождении $\Delta X_i(\tau)$ i-той координаты и отклонения руля в заданных пределах не увеличивает риск (1).

Таким образом

$$Q_{ii}(\tau) = 0, \text{при } |\Delta X_i(\tau)| < \Delta_i, q(\tau) = 0, \text{при } |\delta(\tau)| < \delta_{\text{м}}.$$

Как видим в предлагаемом критерии количественной оценки риска имеется возможность для каждого участка траектории судна задать вес контролируемого параметра движения. Вес задается на основе экспертной оценки. К примеру, для некоторых участков траектории мы можем ограничить угол перекладки руля до 15 градусов, таким образом, введя запас по управлению. Любое отклонение пера руля более 15 градусов будет считаться риском и проинтегрировано с учетом весового коэффициента. Перед подходом к судоходному пролету Крымского моста большой вес будет иметь угол дрейфа и отклонения центра тяжести судна от рекомендуемой траектории движения. Таким образом, с помощью (1) можно моделируя

движение судна по заданному пути оценить риск для каждого участка траектории и принять решение о возможности проводки судна.

Разработанный метод количественной оценки навигационных рисков позволит повысить безопасность лоцманской проводки судов, а также может быть применен в системах поддержки принятия решений при расхождении судов. Результаты исследований приведенные в данной работе могут быть использованы для построения автоматических систем управления. Минимизируя величину риска (1) по управляющим воздействиям можно синтезировать оптимальный алгоритм управления судном.

Список литературы

1. Транспорт России. Информационно-статистический бюллетень. [Электронный ресурс] – https://www.mintrans.ru/ministry/results/180/documents (дата обращения 04.09.2018).
2. Лоция Азовского моря (№ 1243). ГУНиО МО. Санкт-Петербург. 2007.
3. Виноградов В.Н., Ивановский Н.В. Анализ влияния случайных параметров судна на управляемость и безопасность // Вестник ВГАВТ. 2018. Выпуск 55. С. 169–180.
4. Будник В.Ю., Черный С.Г. Оценка рисков безопасного прохода судов по каналу Керчь-ени-кале // Транспорт: наука, техника, управление. 2018. № 4. С. 50–53.
5. Соколов С.С., Нырков А.П., Чёрный С.Г., Жиленков А.А. Устройство контроля остойчивости судна // патент на полезную модель RUS 169161 14.06.2016.
6. Chernyi S.G., Logunova N.A., Aleksahina L.V. Institutional and organizational aspects of regional marine transport system strategic development // Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies 2017. С. 128–131.
7. Чёрный С.Г., Будник В.Ю. Кластер проблематики в навигационных аспектах прохождения судов в акватории крымского моста // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2017. СПб: ИПТ РАН. 2017. С. 271–275.

УДК 65.011.56

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН В ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКЕ

Ларин Олег Николаевич *– доктор технических наук, профессор кафедры логистические транспортные системы и технологии*

Буш Юлия Дмитриевна *– аспирант кафедры логистические транспортные системы и технологии*

Некрутова Софья Павловна *– аспирант кафедры логистические транспортные системы и технологии*

ФГБОУ ВО Российский университет транспорта (МИИТ)

Аннотация. В статье рассмотрены особенности применения технологии блокчейн в работе транспортно-логистических компаний. Использование блокчейна позволяет повысить эффективность и безопасность технологических процессов перевозки и грузопереработки за счёт структурных и функциональных изменений системы информационного взаимодействия участников цепочки поставок. Отмечается необходимость разработки отечественных цифровых блокчейн-платформ для транспортной логистики.

Ключевые слова: цифровые платформы, блокчейн, интернет вещей, электронная торговая площадка, железнодорожные перевозки, логистика, умный контракт.

PROSPECTS OF USING BLOCKED TECHNOLOGY FOR TRANSPORT LOGISTICS

Larin Oleg N. – Doctor of Technical Sciences, Professor at the Department of Logistics Transport Systems and Technologies

Bush Julia D. – PhD student at the Department of Logistics Transport Systems and Technologies

Nekrutova Sofya P. – PhD student at the Department of Logistics Transport Systems and Technologies

Russian University of Transport (MIIT)

Abstract. The article consider to applying blockchain technology for work of transport and logistics companies. The use of the blockchain makes possible to increase the efficiency and safety of the technological processes of transportation and cargo handling due to structural and functional changes in the information interaction system of the supply chain participants. It recommends developing domestic digital blockchain-platforms for transport and logistics.

Keywords: digital platforms, blockchain, internet of things, electronic marketplace, rail transportation, logistics, smart contract.

Участники логистических цепей поставок заинтересованы в получении оперативной и достоверной информации об операциях с грузами, контейнерами и подвижным составом, уровне загрузки транспортной инфраструктуры, сроках и качестве выполнения технологических операций. Эти сведения необходимы менеджменту в целях своевременного реагирования на потенциальные проблемы, которые могут привести к неблагоприятным последствиям и потерям бизнеса в связи со снижением надежности и эффективности доставки сырья, комплектующих и готовой продукции, а также причинить ущерб окружающей среде. Использование технологии «блокчейн» (Blockchain, цепочка блоков) обеспечивает фиксирование информации о происходящих событиях в системе и своевременное доведение этих сведений до всех её участников. Поэтому широкое применение технологии блокчейна в работе российских транспортно-логистических компаний способно повысить конкурентоспособность их услуг на отечественном и международном рынках.

Основная часть

В последнее время ряд крупных транспортно-логистических компаний, прежде всего, осуществляющих контейнерные перевозки морским транспортом, для эффективного и безопасного управления потоками данных используют цифровые блокчейн-платформы (ЦБП), которые в режиме реального времени записывают информацию о совершенных транзакциях во всех звеньях цепочки поставок – от пункта отгрузки товара до места его получения, – в том числе в транзитных пунктах (транспортных узлах, терминалах, складах и пр.), и оперативно предоставляет эти сведения всем участникам цифровой экосистемы. В рамках настоящего исследования под транзакцией (от англ. transaction – сделка) понимается выполненная работа или зафиксированное изменение состояния объекта, а под цифровыми платформами (Digital platforms, ЦП) – информационные системы, регулирующие взаимоотношения независимых участников рынка на основе установленных алгоритмов и обеспечивающие снижение транзакционных издержек за счёт автоматизированной обработки цифровых данных.

Блокчейн является разновидностью «Технологии распределенного учёта данных» (Distributed Ledger Technology), которая предназначена для формирования и ведения цифрового реестра транзакций с какими-либо активами в нескольких местах одновременно. Изначально блокчейн применялся преимущественно для проведения расчётных операций с криптовалютами, в частности с Биткойном (Bitcoin). Однако в последнее время эта технология находит широкое применение в мультимодальных транспортных системах, в которых необходимо оперативно регистрировать многочисленные изменения (перемещение грузов и передвижение транспортных средств), вносить соответствующие сведения в сопроводительные, таможенные, страховые, платежные и прочие документы, а также оперативно обмени-

ваться этой информацией между заинтересованными участниками цепочки поставок – грузовладельцами, перевозчиками, владельцами инфраструктуры, административными органами и сервисными организациями [1, 2].

В ЦБП выстраивается распределенная децентрализованная сеть независимых (одноранговых) участников (узлов), которые напрямую взаимодействуют друг с другом по принципу p2p (peer-to-peer – равный к равному). Все транзакции в системе (сведения о дате, времени и сущности выполненных действий) записываются в информационные блоки, которые последовательно выстраиваются в блочную цепочку, образуя реестр. Держателями реестра являются одновременно все участники системы. Информация в реестре не может быть заменена или удалена. Туда можно только добавлять новые блоки. Проверка подлинности транзакций реализуется на основе консенсуса с использованием криптографической поддержки. Каждый новый блок после валидации (проверки подлинности) добавляется в реестры всех участников сети.

Технология блокчейн разделяется на два типа в зависимости от модели доступа пользователей к распределенной сети: открытый (permissionless) блокчейн на основе инклюзивной модели доступа; закрытый (permissioned) блокчейн на основе эксклюзивной модели доступа. К ЦП с открытым блокчейном может присоединиться любой новый пользователь, который получит равный со всеми другими участниками системы объем прав на совершение транзакций и полный доступ ко всей информации в реестре. По такому принципу работают криптовалютные платформы. Доступ к ЦП с закрытым блокчейном ограничен. Кроме того, права участников на внесение записей в реестр (цепочку блоков) регулируются уполномоченной стороной. ЦБП для логистики создаются, как правило, по закрытому типу. Новые участники для подключения к платформе должны пройти процедуру регистрации. Необходимо отметить, что такая модель блокчейна хотя и не соответствует «духу» одноранговой сети, в которой каждый участник наделен равными правами, однако эксклюзивный блокчейн обладает более высоким уровнем безопасности и производительности [3].

В число приоритетных направлений применения блокчейна для транспорта и логистики входит создание отраслевых ЦБП и перевод в цифровой формат транзакций, которые в настоящее время фиксируются на бумажных носителях. Например, в морских перевозках, как правило, используются бумажные коносаменты (Bill of Lading). По оценкам экспертов, расходы на обработку документов и транзакций достигают 20% от общих затрат на транспортировку. При этом перевод транспортной документации из бумажной формы в электронный вид для обмена этими документами в ЦБП может сократить расходы на транспортировку до 300 долл. в пересчёте на один двадцатифутовый контейнер [4].

В настоящее время на мировом рынке транспортно-логистических услуг активно внедряется несколько альтернативных ЦБП. Наиболее известной является платформы «TradeLens», которую разработала дочерняя структура компаний Maersk и IBM. По оценкам экспертов, использование «TradeLens» повышает эффективность перевозок, обеспечивает прозрачность технологических процессов, облегчает ведение транспортной и финансовой документации [5]. К платформе присоединилось около ста перевозчиков и владельцев терминальной инфраструктуры. Другой из числа крупнейших в мире морской контейнерный перевозчик Mediterranean Shipping Company начал совместно с партнёрами из ОАЭ тестировать ЦБП «Silsal», которую разработала дочерняя структура Abu Dhabi Ports. В свою очередь корейская компания Samsung SDS создает свою платформу с участием государственных органов. Китайская интернет-компания Baidu разрабатывает цифровую платформу «Xuper Chain», которая сможет агрегировать несколько ЦБП, функционирующих независимо друг от друга в разных приложениях. Кроме того уже запущены несколько специализированных ЦБП для контроля качества судоходного топлива, веса контейнеров и др.

На современном этапе цифровизации отечественной экономики в число актуальных задач отрасли входит создание цифровой инфраструктуры и электронных систем торговли транспортными услугами (электронные торговые площадки – ЭТП), на базе которых в дальнейшем могут быть созданы отечественные ЦБП. В России функционирует несколько ЭТП, где грузовладельцы находят наиболее выгодные по стоимости и срокам перевозки предло-

жения транспортных компаний. Например, ОАО «РЖД» имеет успешный опыт создания и эксплуатации Электронной торговой площадки «Грузовые перевозки» (ЭТП ГП), которая предоставляет грузовладельцам услуги по заказу прямых железнодорожных перевозок в подвижном составе, доступном на цифровой площадке. По сути ЭТП ГП реализует умные контракты с участием РЖД, владельцев подвижного состава и грузоотправителей, что свидетельствует о потенциале рынка для перехода на ЦБП. В настоящее время индекс ЭТП ГП размещается в блокчейн-сети на платформе Ethereum.

Выводы. В настоящее время в транспортно-логистических системах используются, как правило, ЦПБ закрытого типа. В связи с этим существуют опасения, что самые передовые и высокопроизводительные ЦБП могут занять доминирующее положение в отрасли и получат возможность влиять на условия конкуренции на рынке, например, одним перевозчикам будут оказывать преференции, а другим вовсе ограничат доступ к своему сервису. Поэтому в целях усиления конкурентных позиций отечественных транспортно-логистических компаний необходимо активизировать создание отечественных ЦБП.

С учетом отмеченных выше тенденций внедрения цифровых технологий в работу транспортно-логистических систем представляется целесообразным в дальнейшем расширить практику использования блокчейна в работе отечественных ЭТП. В частности, внедрение технологии распределенного реестра в работе ЭТП ГП не только повысит эффективность взаимодействия участников прямых железнодорожных перевозок, но и создаст организационно-технологические условия для заключения умных контрактов на мультимодальные перевозки, автоматизации процессов контроля движения транспортных средств и операций с грузами в транспортных узлах, оформления документов и проведения расчётов со всеми участниками логистической цепочки.

Список литературы

1. Куприяновская Ю.В. Умный контейнер, умный порт, BIM, Интернет Вещей и блокчейн в цифровой системе мировой торговли / Ю.В. Куприяновская, В.П. Куприяновский, А.А. Климов и др. // International Journal of Open Information Technologies. 2018. Vol. 6. № 3. С. 49–94.

2. Иванов А.Ю., Комашинский В.И., Малыгин И.Г. Мобильные распределенные базы данных Интеллектуальной мультимодальной транспортной системы: монография. СПб: ИПТ РАН. 2017. 166 с.

3. Bryson D. Blockchain Technology for Government: MITRE technical report / Dave Bryson, David R. Penny, David C. Goldenberg, Gloria J. Serrao // The MITRE Corporation. 2017. 20 p.

4. Blockchain Builds Trust in Marine Shipping with ‘Single Version of the Truth’ // Сайт агентства новостей *BRINK*. 2018. 17 мая. URL: http://www.brinknews.com/blockchain-builds-trust-in-marine-shipping-with-single-version-of-the-truth/ (дата обращения 26.10.2018).

5. Port of Montreal Joins Maersk Blockchain // Информационный интернет-портал Porttechnology.org. 2018. 25 окт. URL: https://www.porttechnology.org/news/ montreal_ adopts_maersk_blockchain_solution (дата обращения 26.10.2018).

УДК 656.1

ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ В ОБЛАСТИ ЛОГИСТИКИ ПЕРЕВОЗОК В СИСТЕМЕ МАТЕРИАЛЬНО–ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВС РФ

Немтин Владимир Григорьевич *– кандидат экономических наук, профессор, старший научный сотрудник Научно-исследовательского института (военно-системных исследований материально-технического обеспечения Вооруженных сил Российской Федерации)*
ФГКВОУ ВО Военная академия материально-технического обеспечения
имени генерала армии А.В. Хрулева

Аннотация. в статье раскрывается порядок действия логистических систем в структуре материально-технического обеспечения ВС РФ, воздействия на них различных факторов, функционирования средств транспорта, рассматриваются и анализируются перевозки военных грузов различными видами транспорта и предлагаются пути решения выявляемых входе данного исследования транспортных проблем.

Ключевые слова: логистика, система материально-технического обеспечения, транспортные средства, перевозки, материальные средства.

PROBLEMS AND THEIR WAYS OF THEIR SOLUTION IN THE FIELD OF TRANSPORT LOGISTICS IN THE SYSTEM OF MATERIAL AND TECHNICAL SUPPORT OF THE RF ARMED FORCES

Nemtin Vladimir G.– Candidate of Economic Sciences, Professor, Senior Researcher of the Research Institute (Military System Studies of Material and Technical Support of the Armed Forces of the Russian Federation)
Military Academy for Logistics General of the Army A.V. Khrulev

Abstract. The article describes the procedure for the operation of logistics systems in the structure of the logistics of the RF Armed Forces, the impact on them of various factors, the functioning of the means of transport, examines and analyzes the transportation of military goods by various types of transport and suggests ways to solve the identified input to this study of transport problems.

Keywords: logistics, logistics system, vehicles, transportation, materiel.

Трудности и проблемы, возникающие в ходе деятельности логистических систем в структуре материально-технического обеспечения различных организаций ВС РФ с учетом воздействия как внешних, так и внутренних факторов являются комплексными и предполагают разработку организационных, правовых и технологических основ, позволяющих обеспечить их качество и эффективность.

Деятельность транспортных средств, используемых при перевозке материальных средств направлено на сосредоточение их на распределительных центрах организаций, выполняющих перегрузку различных видов имущества в интересах Вооруженных Сил (сюда можно отнести различные склады, перевалочные базы, железнодорожные станции, морские и речные порты), крупных партий имущества однородной номенклатуры, необходимых для обеспечения максимальной загрузки используемого для перевозки транспорта, и дальнейшей транспортировки крупных партий груза использующих данные материальные средства организациям, учреждениям и войсковым частям [1–5].

Следует сказать, что вышеперечисленные получатели груза также используют материальные средства различных наименований и соответственно объемы потребления по каждому наименованию определяются характером решаемых задач и окружающими условиями. Здесь же необходимо отметить, что перевозка грузов транспортом обычно осуществляется

крупными партиями однородных наименований имущества. Это, в свою очередь, определяется возможностями транспорта по подъему необходимого к перевозке груза в весовом и объемном измерении. Этим как раз будет определяться потребность перегрузки материальных средств и разукрупнению и подготовки его к перевозке меньшими партиями.

Общий технологический процесс системы материально-технического обеспечения в составе стройной логистической системы будет определяться комплексом взаимосвязанных технологических процессов в обозначенных базовых элементах, в результате чего будет определена необходимость первоначального определения рационального порядка действий базовых элементов логистической системы. Естественно, что производственная структура используемых при выполнении поставленной задачи различных видов транспорта, то есть состав, формы и методы организации технологической взаимосвязи имеющихся транспортных средств, перегрузочных пунктов и районов и так далее будут оказывать значительное влияние на процесс планирования и осуществление грузоперевозок материальных средств различных видов.

Количественные значения ряда исследуемых факторов, зависящих от имеющейся транспортной инфраструктуры, как было указано ранее, непосредственно входят в модели процессов деятельности вместе с другими показателями перевозок и оказывают на них значительное влияние. В целях упрощения процесса моделирования мы рассматривали структуру организаций (учреждений, войсковых частей) в виде локальной транспортной системы. В то же время для массовой транспортировки различных грузов более целесообразным является использование значительно более сложных структур используемых организаций [6–9].

Деятельность логистических систем в структуре материально-технического обеспечения Вооруженных Сил РФ строится с целью обеспечения рационального и бережного использования материальных и денежных средств, то есть их фактическое наличие с учетом соответствующего качественного состояния на складе получателя материальных средств должно полностью покрывать его потребность в данном виде имущества. Для каждого вида материальных средств известны нормы снабжения и расхода. Соответственно, можно определить потребность в нем данной организации (учреждения, войсковой части) и решить транспортную задачу (есть ли необходимость поставки данного вида имущества).

Условные возможности транспортных коммуникаций, исходящих от каждого распределительного центра, определяются на основании наличия свободного времени имеющихся в центре средств и возможности по перегрузке и транспортированию необходимых грузов.

В ходе проведенного исследования выявлено, что если для большого объема перевозок возможности рассчитываются исходя из наличия необходимых ресурсов и фонда времени на погрузочно-разгрузочные работы, то непрерывность транспортного процесса не будет обеспечена. Следовательно, необходим определенный запас транспортной системы) для каждого распределительного центра, который позволит организовать бесперебойные поставки материальных средств в любых объемах в короткий период времени.

Полный объем необходимого количества имущества доставляется в распределительный центр к исходу времени, определенного решением командира и отраженного в разработанном плане подвоза. Поэтому для обеспечения непрерывности подвоза материальных средств в каждом распределительном центре имеющийся объем запасов имущества в любой момент не должен опускаться ниже установленной потребности в материальных средствах соответствующих наименований.

В определенных условиях ряд необходимых показателей качества перевозки материальных средств будут рассматриваться либо как ограничения, наряду с условиями выполнения перевозки, или как критерии оптимальности, необходимых для обоснования целевой функции оптимизационной модели, исходя из общих подходов к понятию оптимальности функционирования материально – технического обеспечения организаций (учреждений, войсковых частей). Так, к наиболее общим целям оптимизации в ходе решения транспортных задач относят:

− минимизацию продолжительности общего цикла транспортного процесса;

− минимизацию величины суммарных отклонений от плановых сроков завершения поставки материальных средств;

− минимизацию потерь от срыва сроков подачи материальных средств на последующие участки организаций;

− минимизацию незавершенного обеспечения (применительно к транспортным производственным системам – минимизацию объема неполной поставки имущества);

− максимизацию использования ресурсов и другие факторы.

При рассмотрении процесса оптимизации транспортной задачи по известному критерию, минимизирующему объем несвоевременной поставки можно утверждать, что оптимальной будет является выбранная нами данная стратегия. Действительно, при материально – техническом обеспечении организаций (учреждений, войсковых частей) стратегии логистической системы процесс подвоза материальных средств в первом распределительном центре организован так, что грузы, отправленные из него в течение планового периода, отправляются в адрес второго распределительного центра в начале следующего планового периода. Фактически в создавшихся условиях средний запас имущества на складе будет ограничен, то есть образуется минимум несвоевременной поставки необходимого имущества. В то же время реально такая стратегия не может выполняться в связи со следующими сложившимися обстоятельствами. Во-первых, партии материальных средств различаются, в зависимости от номенклатуры, как по общим затратам на операцию, так и по возможностям используемых механизмов (то есть задействованных в ходе процесса количества подъемно-транспортного оборудования и затраченного времени), необходимых для производства запланированных транспортных операций. Соответственно эта стратегия неизбежно приводит к неравномерности загрузки логистических каналов в ходе проведения транспортных и перегрузочных работ. Всякая попытка улучшить использование возможностей имеющихся технологических средств приводит к нарушению стабильности материально – технического обеспечения организаций распределительных центров. Соответственно, в задаче оптимального планирования процесса деятельности материально – технического обеспечения организаций (учреждений, войсковых частей) в логистической системе минимизация несвоевременной поставки имущества не может быть использована в качестве главного критерия. Она обязана выполнять функцию главного ограничителя, а возможности логистической системы по выполнению погрузочно-разгрузочных работ и перевозке необходимого количества материальных средств должны определяться на стадии ее планирования.

Учитывая особенности процессов перемещения материальных средств во взаимодействующих распределительных центрах, будем применять в задаче оптимального планирования критерий оптимизации неравномерности загрузки транспортных средств и другого оборудования. Целевая функция в этом случае может быть представлена в следующем виде:

Фактически функция представляет собой степень равномерности использования материальных средств. Задача оптимизации применения необходимых погрузочно-разгрузочных средств включает в себя нахождение такой оптимальной стратегии, при которой достигается минимальные показатели функции при определенных ограничениях.

В ходе использования критерия минимизации неполноценной загрузки транспортных средств получим множество оптимальных стратегий, которые могут применяться в ходе решения задачи подвоза различных видов имущества по материально-техническому обеспечению организаций (учреждений, войсковых частей). Это поможет определить из большого количества оптимальных стратегий наиболее приемлемую логистическую систему материально – технического обеспечения организаций с наилучшим использованием транспорта подвоза и свести к минимуму или исключить совсем несвоевременную поставку материальных средств. Решение задачи оптимизации перевозок и выполнения плана подвоза целесообразно проводить отдельно для каждого распределительного центра, пропускающего через себя прием и отправку материальных средств, начиная с последнего, в следующей последовательности. Зная величину запаса материальных средств определенного наименования на начало первого планового периода и значение переменной, определяем необходимые запасы имущества на начало следующего планового периода:

Величина запасов будет увеличена на количество необходимых материальных средств, поставленных в распределительный центр в конкретный предусмотренный планом временной промежуток, и уменьшится на количество, отправленное в адрес получателей груза (складов, организаций и т.д.).

Для уточнения плана перевозок имущества материально – технического обеспечения организаций рассчитываются следующие параметры:

- фактическая загрузка имеющегося оборудования согласно имеющегося плана;
- отклонения от номинальной мощности, сут и %;
- средняя перегрузка погрузочно-разгрузочного оборудования, %;
- максимальная перегрузка групп технологического оборудования, %;
- степень равномерности использования подъемно-транспортного оборудования.

На втором этапе проводится оптимизация материально – технического обеспечения организаций (учреждений, войсковых частей) согласно разработанного плана подвоза.

Необходимо также сказать, что решение задачи разработки оптимальной стратегии материально – технического обеспечения организаций на стадии определения мощностей логистических каналов, в связи с разнообразием типов и различиями в порядке деятельности подъемно-транспортных механизмов и средств подвоза в распределительном центре, предполагает предварительное решение соответствующей информационной задачи [10–12].

Таким образом, последовательность действий по подготовке исходных данных и решению транспортной задачи, описываемой математическими моделями позволяет определить лучший порядок использования имеющихся ресурсов транспортных и погрузочно-разгрузочных средств, запрашиваемых у распределительного центра для временного хранения и перегрузки планируемых объемов грузов различных наименований в процессе уточнения значений качественных показателей, необходимых при транспортировке материальных средств. Таким образом определяются как рациональные технологии работы элементов логистической системы, так и ограничение мощности технических средств транспортировки и перегрузки необходимого имущества, величины которых используются в процессе построения оптимальной стратегии материально – технического обеспечения в ВС РФ.

Список литературы

1. Джонсон Н., Лион Ф. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке: Пер. с англ. М.: Мир. 1980. 322 с.

2. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года. М.: 2014.

3. Апесинская Т.В. Основы логистики. Общие вопросы логистического управления. Таганрог: ТРТУ. 2009. 74 с.

4. Проблемы развития транспортной системы России. М.: Центр стратегического развития, 2014. 65 с.

5. Магамадов А.Р. Координация работы различных видов транспорта. М.: Транспорт. 1982. 169 с.

6. Демьякович И.В. Экспертные методы решения проблем качества транспортных услуг. Проблемы современной экономики. 2011. 114 с.

7. Организация логистических систем для перевозок экспортно–импортных грузов / Под ред. А.В. Кириченко. СПб: ИПО «Базис». 2001. 320 с.

8. Правдин Н.В., Негрей В.Я., Подкопаев В.А. Взаимодействие различных видов транспорта (примеры и расчеты) / Под ред. Н. В. Правдина. М.: Транспорт. 1989. 223 с.

9. Варламов В.К. Афанасьев Л.Л., Островский Н.Б., Цукерберг С.М. Техника автомобильного транспорта: монография. М.: «Академия». 2004. 256 с.

10. Дегтярев Г.Н. Единая транспортная система и автомобильные перевозки // монография. М.: Транспорт. 1984. 336 с.

11. Денисов Г.И., Мостовой А.А., Мартынов М.В. Методический аппарат адаптации организационных структур службы военных сообщений к новым условиям их функционирования: монография. ВАМТО. СПб. 2012. 212 с.

12. Туктаров Р.Р. Основы транспортного обеспечения ВС РФ: учебное пособие. ФГБОУ ВПО ГМУ имени адмирала. Ф.Ф. Ушакова. 2012. 198 с.

УДК 656.1

ОРГАНИЗАЦИЯ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫЕ РАБОТ В СТРУКТУРЕ МТО ВС РФ

Немтин Владимир Григорьевич *– кандидат экономических наук, профессор, старший научный сотрудник Научно-исследовательского института (военно-системных исследований материально-технического обеспечения Вооруженных сил Российской Федерации)*
ФГКВОУ ВО Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева

Аннотация. В статье раскрывается порядок организации погрузочно- разгрузочных работ в сложных условиях функционирования системы материально-технического обеспечения ВС РФ, дается характеристика используемой при погрузке, разгрузке и транспортировке грузов техники и оборудования.

Ключевые слова: погрузочно-разгрузочные работы, система МТО, погрузка техники, разгрузка продуктов обеспечения, организация работ.

ORGANIZATION OF LOADING AND UNLOADING WORKS IN THE STRUCTURE OF MTO RF ARMED FORCES

Vladimir Nemtin – candidate of Economic Sciences, Professor, Senior Researcher of the Research Institute (Military System Studies of Material and Technical Support of the Armed Forces of the Russian Federation)
Military Academy for Logistics General of the Army A.V. Khrulev

Abstract. The article describes the procedure for organizing the loading and unloading operations in difficult conditions of the system of material and technical support of the Armed Forces of the Russian Federation, describes the characteristics used during loading, unloading and transportation of cargo machinery and equipment.

Keywords: loading and unloading operations, logistics and technical support system, loading of equipment, unloading of collateral products, organization of work.

В системе материально-технического обеспечения ВС РФ в ходе организации погрузочно-разгрузочных работ используется значительное количество сложнейших машин, механизмов, подъемного и другого различного оборудования. При этом возникает естественный вопрос: какие нюансы требуется учитывать при организации погрузки, разгрузки, развертывания и транспортных перевозок? Транспортные средства и различное оборудование, которые применяются для погрузочно-разгрузочных работ, должны соответствовать характеру и специфике перемещаемого груза. Площадки для этих работ оборудуются таким образом, чтобы они имели уклон не более 5 градусов, а их размеры и покрытие соответствовали проекту производства работ. Движение автомобилей на территориях стройплощадок и подъездных путях к ним необходимо регулировать общепринятыми дорожными знаками и указателями. При выполнении погрузочно-разгрузочных работ должны соблюдаться требования законодательства о предельных нормах переноски тяжестей и допуске работников к выполнению этих работ. Также необходимо учитывать, что переносить материалы на носилках по горизонтальному пути можно только в исключительных случаях и на расстояние не более 50 метров, а осуществлять переноску материалов на носилках по лестницам и стремянкам стро-

го запрещено. К работам по погрузке (разгрузке) опасных и особо опасных грузов работники допускаются только по результатам медицинского освидетельствования. Кроме того, указанные работники должны пройти специальное обучение по технике безопасности труда с последующей аттестацией. Кроме того необходимо знать и уметь применять приемы оказания первой доврачебной помощи. Порядок учета работ, а также отражения транспортных расходов и затрат на погрузочно-разгрузочные работы зависит от того, какими машинами и механизмами (собственными или арендованными) пользуется организаторы в Вооруженных силах (например рота, полк, бригада и т.д.).

Разрешается привлечение в интересах ВС РФ для работы специализированных организаций по договорам на оказание услуг (рис. 1).

Рисунок 1 – Погрузочно-разгрузочные работы в МТО ВС РФ

Работа машин и механизмов данных организаций других ведомств должна оформляться в специализированной организации сменными рапортами и путевыми листами по типовым межотраслевым формам. При этом выполнение работы машиной или механизмом должно подтверждаться подписью и штампом строительной организации на сменном рапорте (формы № ЭСМ-1, № ЭСМ-3) или путевом листе (форма № ЭСМ-2). Расчеты со специализированными организациями за выполненные работы осуществляются по справке типовой формы № ЭСМ-7. Она должна выписываться отдельно на каждый рапорт или путевой лист. Требуется сказать, что необходимо строго соблюдать порядок оформления указанных выше справок, следить за наличием в них всех необходимых подписей и печатей. Выполненные работы или услуги, отраженные в справках, должны относиться к конкретным объектам строительной организации.

Организация погрузочных работ в системе материально-технического обеспечения предусматривает:

1. Назначение руководителя и личного состава для выполнения погрузочных работ.
2. Распределение обязанностей и инструктаж по мерам безопасности при погрузке.
3. Приготовление и проверку грузоподъемных средств корабля (если они используются при погрузке).
4. Погрузочные работы и контроль за выполнением мер безопасности.
5. По окончании погрузки приведение грузоподъемных средств в исходное положение, приборку места работы и доклад начальнику, назначившему погрузку, о ее окончании.

Руководителями погрузочно-разгрузочных могут назначаться определенная категория должностных лиц, которым предоставлено на это право согласно занимаемой должности (рис. 2).Так, помощник командира – при выполнении погрузки или выгрузки тяжеловесных и крупногабаритных грузов. Командир части (начальник службы) – при приемке (сдаче) различных видов снабжения и запасов, обеспечивающих боевую и повседневную деятельность части (службы). Дежурный боцман (ВМФ) – при погрузке (выгрузке) небольших по весу и габаритам грузов общекорабельного назначения. Старший помощник командира может взять

на себя руководство грузовыми работами при особо сложной погрузке (выгрузке), выполняемой авралом. Личный состав для выполнения грузовых работ назначается на разводе суточного наряда. Для незначительных погрузочно-разгрузочных работ дежурный (вахтенный офицер) вызывает личный состав, выделенный на хозяйственные работы. Грузы, принимаемые, подразделяются на твердые:

1. Боезапас
2. Продовольствие
3. Приборы
4. Механизмы

и жидкие:

1. Топливо
2. Вода
3. Смазочные масла

Рисунок 2 – Железнодорожные перевозки в МТО ВС РФ

Все виды материальных средств подаются транспортными средствами материально-технического обеспечения. Дежурный (вахтенный офицер) обязан контролировать организацию погрузочных работ и обеспечить при этом минимальное время пребывания транспортного средства.на погрузке (разгрузке) Прием твердых грузов производится: вручную, если вес и габариты груза допускают его перенос личным составом; базовыми грузоподъемными средствами, если вес груза превышает допустимый для его погрузки малыми грузоподъемными средствами. Основным грузоподъемным устройством, например, в ВМФ являются грузовые стрелы. Организация их использования для погрузки и выгрузки грузов включает в себя:

1. Вызов дежурным по кораблю (вахтенным офицером) лиц, расписанных для работы на грузовой стреле.
2. Перевод грузовой стрелы из положения по-походному в рабочее положение.
3. Проверку главным боцманом исправности всех деталей и оснастки грузовой стрелы.
4. Распределение выделенных людей на оттяжки стрелы, закрепление груза и освобождение его от строп.
5. Очистку, разбор, разнос и крепление оттяжек.
6. Проверку крепления коренного конца грузового шкентеля (талей) на барабане лебедки.
7. Доклад главного боцмана руководителю погрузочных работ о соответствии оснастки весу груза, предназначенного к погрузке (выгрузке), и о состоянии снастей.
8. Погрузку с соблюдением всех мер безопасности, тишины и порядка при выполнении работы.
9. Приведение грузовой стрелы и ее оснастки по окончании работы в исходное положение и установку стрелы в положение по-походному.

При перевозках воинских грузов по железной дороге и проведение погрузочно-разгрузочных работ имеются свои особенности. Так на всем пути следования с одним и тем же грузом будут выполняются многочисленные грузовые операции. Их число увеличивается, если перевозка происходит с учетом нескольких видов транспорта. Иногда с одним и тем же грузом выполняется 10 и более операций. Наибольший эффект достигается при перевозке грузов по схеме «подъездной путь – магистральный железнодорожный транспорт – подъездной путь», когда выполняются две грузовые операции (погрузка в вагон и выгрузка из него),

а промежуточные погрузочные операции отсутствуют, так как автомобильный транспорт в подвозе груза на станцию отправления и вывозе груза со станции назначения не участвует. Число операций уменьшается и в случае непосредственной перегрузки (перевалки) грузов из вагонов в суда или автомобили, из судов в вагоны или автомобили, из автомобилей в вагоны или суда, из вагона в вагоны. Такая технология переработки грузов называется прямым вариантом.

Местами общего пользования называются крытые и открытые склады, а также участки, специально выделенные на территории железнодорожной станции, принадлежащие владельцу инфраструктуры, в данном случае Вооруженным Силам Российской Федерации и используемые для выполнения операций по погрузке, выгрузке, сортировке, хранению грузов, в том числе контейнеров, багажа, грузобагажа пользователей услугами железнодорожного транспорта.

Погрузка грузов в контейнеры и выгрузка грузов из них в местах общего и необщего пользования обеспечивается грузоотправителями, грузополучателями. Погрузочно-разгрузочные и складские работы на местах общего пользования, а также сортировка грузов и контейнеров выполняются механизированными дистанциями погрузочно-разгрузочных работ и операций.

В заключении следует отметить, что организация перевозки грузов (материальных средств) в Вооруженных Силах Российской Федерации, а также проведение погрузочно-разгрузочных работ является довольно сложным и ответственным мероприятием. Поэтому при выполнении данных задач командиры и начальники различного уровня должны относиться к этому с большой ответственностью.

Список литературы

1. Варламов В.К., Афанасьев Л.Л., Островский Н.Б., Цукерберг С.М. Техника автомобильного транспорта. М.: «Академия». 2004.

2. Дегтярёв Г.Н. Единая транспортная система и автомобильные перевозки. М.: Транспорт. 1984. 336 с.

3. Организация и механизация погрузочно-разгрузочных работ на автомобильном транспорте: Учебное пособие. 2-е изд., перераб. и дополн. М.: Транспорт.1980. 264 с.

4. Транспортные и погрузочно-разгрузочные средства. УМК. СПб: Издательство СЗТУ. 2008.

5. Нормы погрузки воинских грузов в стандартной таре и упаковке, в пакетах и контейнерах на автомобили, прицепы и полуприцепы. М.: Воениздат МО. 1974.

6. Денисов Г.И., Мостовой А.А., Мартынов М.В. Методический аппарат адаптации организационных структур службы военных сообщений к новым условиям их функционирования: монография. СПб: ВАМТО. 2012.

7. Приказ Минтруда России от 17 сентября 2014 года № 642н «Об утверждении Правил по охране труда при погрузочно-разгрузочных работах и размещении грузов».

8. Межотраслевые правила по охране труда при погрузочно-разгрузочных работах и размещении грузов. ПОТ РМ-007-08.

9.Туктаров Р.Р. О сновы транспортного обеспечения ВС РФ: учебное пособие. ФГБОУ ВПО «ГМУ имени адмирала. Ф.Ф. Ушакова. 2012. 198 с.

УДК 6Т16

СИСТЕМА КОМПЛЕКСНОЙ ЗАЩИТЫ ТРАНСПОРТНЫХ КОММУНИКАЦИЙ

Аксёнкин Виталий Иванович *– кандидат военных наук, начальник научно-исследовательского отдела научно-исследовательского института*

Романов Николай Николаевич *– доктор технических наук, профессор, старший научный сотрудник научно-исследовательского отдела научно-исследовательского института*

ФГКВОУ ВО Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва

Аннотация. В настоящее время, к сожалению, отсутствует системное представление о целесообразности и необходимости всесторонней защиты транспортных коммуникаций от воздействия неблагоприятных факторов природа происхождения, которых может быть различной. В следствии чего возникает необходимость в разработке адекватных и научно обоснованных мероприятий защиты и сохранении работоспособности транспортных коммуникаций путем снижения эффективности воздействия неблагоприятных факторов. Данная цель может быть достигнута качественной прогнозной оценкой возможного характера воздействия по транспортным объектам и проведением комплекса соответствующих мероприятий защиты, адекватных соответствующей угрозе.

Ключевые слова: транспортные коммуникации, живучесть, комплексная защита, защита объектов, защита транспортах коммуникаций.

SYSTEM OF COMPLEX PROTECTION OF TRANSPORT COMMUNICATIONS

Aksenkin Vitaly Iv. – Candidate of military sciences head of research department,

Romanov Nikolai N. – Doctor of technical sciences, professor, senior researcher of the research department

Military Academy of Logistics and Transport named after General A.V. Khrulev

Abstract. At present, unfortunately, there is no systematic understanding of the feasibility and need for comprehensive protection of transport communications from the effects of adverse factors, the nature of the origin, which may be different. As a result, there is a need to develop adequate and scientifically based protection measures and preserve the efficiency of transport communications by reducing the effectiveness of adverse factors. This goal can be achieved by a qualitative predictive assessment of the possible nature of the impact on transport facilities and by carrying out a set of appropriate protection measures adequate to the corresponding threat.

Keywords: transport communications, survivability, comprehensive protection, protection of objects, protection of transport communications.

Цель защиты состоит в сохранении работоспособности транспортных коммуникаций путем исключения ударов противника или снижения их эффективности. Эта цель достигается качественной прогнозной оценкой возможного характера воздействия противника по транспортным объектам и проведением комплекса соответствующих мероприятий защиты, адекватных соответствующей угрозе нападения [1–8].

Разработка теории повышения устойчивости функционирования железнодорожных направлений является теоретическим обобщением и дальнейшим развитием результатов решения научных задач по тематике комплексной защиты военно-транспортных систем в условиях воздействия противника [9–11].

В настоящей статье, на основе обобщения результатов научных поисков в данной области, сформулирована в первом приближении система комплексной защиты железных до-

рог, способная мобилизовать возможности всех обслуживающих дорогу структур, в том числе подразделений МЧС и железнодорожных войск, консолидировать способности передвигающихся и прикрывающих войск и взаимодействующих с ними восстановительных и силовых структур и направить их на сохранение устойчивости функционирования транспортных коммуникаций в условиях интенсивного воздействия противника.

Предлагается, что для парирования неблагоприятных воздействий на транспортные коммуникации должна функционировать комплексная система защиты, целью которой является сохранение их способностей успешно выполнять поставленные задачи в соответствием с предназначением в условиях различного рода воздействий (рис.).

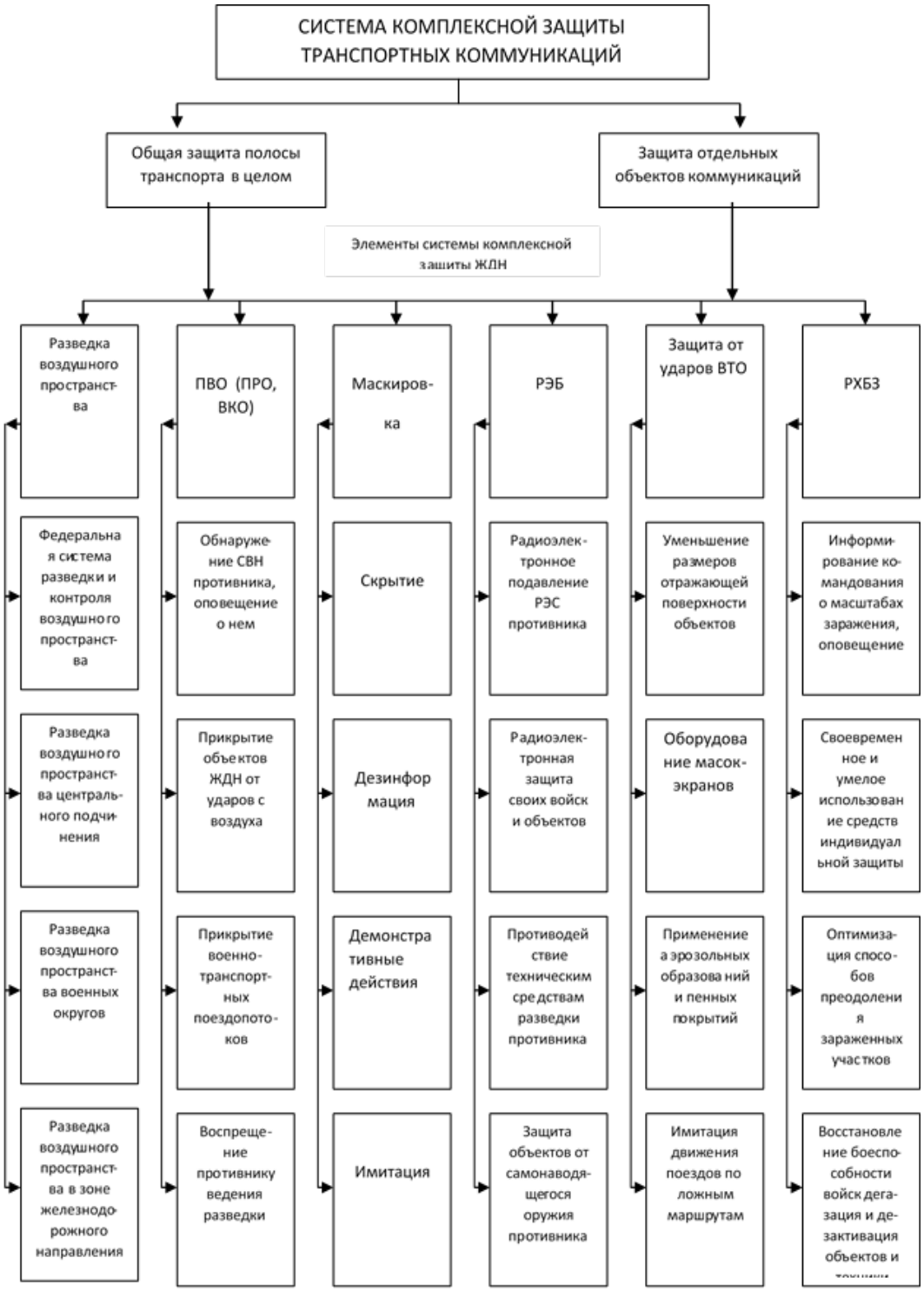


Рисунок – Содержание системы комплексной защиты транспортных коммуникаций

Концептуальный подход, используемый в данной статье для формирования основ комплексной защиты транспортных коммуникаций, раскрывает необходимость участия в решении данной задачи значительного множества сил и средств различных структур, различной подчиненности, с различными целевыми производственными и оперативными задачами.

В этих условиях возникает необходимость создания, совершенствования и развития специальной функциональной системы, обеспечивающей планирование, организацию и управление комплексной защитой функционирующих транспортных коммуникаций. Нельзя сказать, что ранее такие системы не применялись. Анализ опыта применения подобных систем в годы Великой Отечественной войны и предложения по созданию современных функциональных транспортных систем в оперативно-стратегическом звене приведены в работе полковника В. Бичика [12]. Более серьезная научная проработка данной проблемы предпринималась в Военной академии тыла и транспорта, однако, к сожалению, кроме проведения опытного, научно-исследовательского учения с профессорско-преподавательским составом в 1997 году, далее дело не пошло.

По нашему мнению, создание комплексной защиты коммуникационных направлений не требует в данный момент больших затрат сил, средств и времени. Такие системы должны формироваться заблаговременно, в мирное время и должны эффективно функционировать в период стратегического развертывания войск, подготовки и проведения операций начального периода войны, низкое качество которых часто становится причиной неудач. При этом, в качестве важнейшей задачи таких систем следует рассматривать обеспечение комплексной защиты транспортных коммуникаций и организацию их технического прикрытия [13, 14].

Именно на такой основе необходимо юридически закрепить в руководящих документах создание в военных округах системы защиты транспортных коммуникаций, под которой следует понимать совокупность функционально связанных сил, средств и способов защиты коммуникационных направлений, применяемых комплексно и согласованно, по единому плану.

Основополагающую функцию в данной системе должна выполнять подсистема управления защитой зоны транспортных коммуникаций и важнейших транспортных объектов, построенная на функциональной основе. Центральным звеном управления такой системы может стать группа планирования, организации и координации защиты транспортных коммуникаций, организационно входящая в состав оперативной группы управления системой обеспечения живучести коммуникативного направления.

Список литературы

1. Шаталова Н.В. Пространственное развитие России: транспортный аспект // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2016: матералы Международной научно-практической конференции. СПб.: ИПТ РАН. 2016. Том 1. С. 354–359.

2. Аболонников В.В. Обоснование и оценка комплекса мероприятий боевого обеспечения фронтовой бригады материального обеспечения в контрнаступательной операции. СПб: ВАТТ. 1989 год.

3. Августов Г.И. Теоретические основы организации железнодорожных переправ при техническом прикрытии и восстановлении мостовых переходов. Диссертация на соискание ученой степени к.т.н. СПб: ВАТТ. 1995.

4. Атанов Н.Н. Организация технического прикрытия объектов (направления) силами отдельной железнодорожной бригады. Учебное пособие. СПб: ВАТТ. 2004. 1993.

5. Горелик В.Н. Методика определения расчетных объемов работ и потребности сил и средств для технического прикрытия железнодорожных участков. Дисс.канд.воен.наук. СПб: ВТУ ЖДВ РФ. 2005. 245 с.

6. Гусаров Ф.Ф., Лопухов А.Е., Сизов Е.Б. Очередность восстановления объектов при техническом прикрытии произвольной железнодорожной сети по заданным заявкам на перевозки. Научно-технический сборник. Л.: ВАТТ. 1972. № 2 (115). С. 126.

7. Золотарь И.А. Техническое прикрытие автомобильных дорог. Л.: ВАТТ. 1967. С. 196.

8. Бондарь М.С. Методология повышения боевой устойчивости тыла объединения. Дисс.док.воен.наук. СПб: ВАТТ. 1997. 163 с.

9. Мячин В.Н. Методология обеспечения устойчивости переходов на сети военно-автомобильных дорог. Диссертация доктора технических наук. СПб: ВАТТ. 2002. С. 322.

10. Романов Н.Н. и др. Отчет по НИР на тему: «Обеспечение живучести мостов на железных дорогах». СПб: ВТУ ЖДВ РФ. 2004. 245 с.

11. Романов Н.Н. и др. Отчет по НИР на тему: «Обеспечение живучести железнодорожных объектов средствами комплексной защиты». СПб: ВТУ ЖДВ РФ. 2006. 244 с.

12. Воробьев Н.И. Прогноз характера и содержания операций (боевых действий) в войнах будущего. М.: Военная мысль. 2005. № 3.

13. Бичик А.С. К вопросу о централизации использования транспорта в обеспечении войск. М.: Военная мысль. 1986. № 4. С. 40–45.

14. Яшин М.Г. Пантелеев Р.А. Восстановление регулирования движения поездов по участкам железнодорожных направлений в условиях военных действий // Транспорт Урала. 2016. № 2. С. 99–104. DOI 10.20291/1815-9400-2016-2-99-104.

УДК 004.932

ПРИМЕНЕНИЕ ЛОГИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ТИПОВ АВТОМОБИЛЕЙ В СИСТЕМАХ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ ПРИ НИЗКОМ КАЧЕСТВЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Дюк Вячеслав Анатольевич *– доктор технических наук, главный научный сотрудник лаборатории интеллектуальных транспортных систем*

Малыгин Игорь Геннадьевич *– доктор технических наук, профессор, директор*

ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко

Российской академии наук

Аннотация. Статья посвящена сравнению эффективности метода деревьев решений и нашей оригинальной разработки – системы поиска в данных if-then правил Deep Data Diver. Лучшие результаты распознавания типов автомобилей по характеристикам их силуэтов удалось получить, применив систему Deep Data Diver и её дополнительные усовершенствования. Основное усовершенствование – применение логического корректора к системе логических правил, с использованием функций расстояния от логических правил до объектов выборки. Другое нововведение – преобразование правил логического корректора в непрерывный количественный показатель. За счет использованных усовершенствований удалось построить интегральную модель классификации силуэтов трехмерных объектов с ошибкой классификации на тестовой выборке всего в 8,1%.

Ключевые слова: видеоизображения, системы технического зрения, техническое зрение, транспортные средства, сравнение алгоритмов распознавания, классификация силуэтов.

APPLICATION OF LOGICAL ALGORITHMS TO RECOGNIZE VEHICLES IN VISION SYSTEMS WITH LOW IMAGE QUALITY

Duke Vyacheslav An. – Dr.Sci.Tech, chief researcher of the Laboratory of Intelligent Transport Systems

Malygin Igor' G. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Director

Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian academy of sciences

Abstract. The article is devoted to the comparison of the efficiency of the decision tree method and our original development – the Deep Data Diver system. The best results of recognition of types of cars on the characteristics of their silhouettes could be obtained by applying the Deep Data Diver system and its additional improvements. The main improvement is the application of the logical corrector to the system of logical rules, using the functions of the distance from the logical rules to the selection objects. Another innovation is the transformation of logical corrector rules into a continuous quantitative indicator. Due to the used improvements, it was possible to build an integral model for the classification of silhouettes of three-dimensional objects with a classification error on the test sample of only 8.1%.

Keywords: video images, vehicles, vision systems, comparison of recognition algorithms, *classification of silhouettes.*

Технические системы распознавания транспортных средств на дорогах используются для решения различных задач, в том числе и логистических, с целью оценки и контроля транспортных потоков на участках дорог. Задача распознавания этих средств нередко осложняется тем, что изображения, получаемые в реальных условиях в различное время суток и при различных погодных условиях, отличаются сильной зашумленностью, сменяющейся сложным фоном (из-за обилия теней от различных объектов в различное время суток), частичным попаданием автомобиля в кадр [1]. Сенсоры автоматических классификаторов автомобилей, в том числе видеокамеры, чувствительны к грязи, летящей с дороги, снегу, воздействию низких температур и засветке солнцем, другим параметрам и воздействиям внешней среды [2]. Кроме того, видеоизображения не всегда бывают высокого качества из-за невозможности использования специализированного и дорого оборудования.

В связи с вышесказанным, теоретический и практический интерес представляет задача распознавания автомобилей по сильно загрубленным их изображениям – силуэтам. В нашем исследовании мы проводим сравнение эффективности решения данной задачи с помощью метода построения деревьев решений и метода поиска логических закономерностей в данных, основанного на феномене структурного резонанса. Используется экспериментальный материал из репозитория данных UCI (UCI Machine Learning Repository) [3]. Акцент делается на сравнении эффективности различных алгоритмов распознавания.

Основная часть

Для выделения признаков, описывающих форму силуэтов, использовалась специальная система HIPS (Hierarchical Image Processing System). С помощью этой системы силуэт описывался набором параметров, основанных на измерениях моментов, и на других измерениях типа отношения максимального радиуса к минимальному, статистических характеристик этих измерений (дисперсия, асимметрия, эксцесс). Кроме того, форма силуэтов автомобилей описывалась рядом эвристических характеристик, отражающих компактность изображения, округлость, прямоугольность, впадины и др.

В эксперименте участвовали 4 модели автомобилей: двухэтажный автобус (bus), микроавтобус Cheverolet (van), легковые автомобили Saab 9000 и Opel Manta 400. Изображения автомобилей были получены камерой, расположенной на возвышении (34,2; 37,5 и 30,8 градусов). В данном эксперименте для упрощения этапа предобработки изображений автомобили размещались на поверхности, подсвеченной рассеянным светом. Изображения имели слабое разрешение 128×128 пикселей, и были получены в серой шкале с 64 уровнями градаций серого.

Для получения силуэтов автомобилей вводился эвристически подобранный порог, и на выходе экспериментаторы имели бинарное изображение (только оттенки черного и белого цвета). Кроме того, применялась процедура для удаления помех в виде ошибочно белых элементов изображения и черных точек. Все автомобили во время съемки вращались в координатной сетке от 0 до 360 градусов.

Всего было получено 210 изображений легковых автомобиля Opel, 216 изображений Saab, 218 изображений двухэтажного автобуса и 202 изображений микроавтобуса. Полное описание и ссылки на таблицу экспериментальных данных приведены на страницах репози-

тория Statlog [4]. Для дальнейшего исследования мы выбрали объем обучающей выборки равным 600 объектов. Соответственно в тестовой (контрольной) выборке осталось 246 объектов. Для получения удовлетворительной классификации легковые автомобили Opel и Saab были объединены в одну группу (Группа 2). Группа 1 – это автобус, группа 3 – микроавтобус.

Для построения дерева решений использовалась программа AnswerTree корпорации SPSS [5]. Эта программа показала наилучшие результаты классификации автомобилей при использовании алгоритма "Exhaustive CHAID" [6]. Данный алгоритм является модификацией алгоритма CHAID, основанного на критерии хи-квадрат. Модификация заключается в добавлении в алгоритм дополнительного перебора для определения признака и наилучшего (по критерию хи-квадрат) ветвления дерева решений.

Программа AnswerTree построила дерево всего из двух уровней. Общее количество узлов – 21. Были получены достаточно устойчивые результаты классификации объектов – 16 % ошибок на обучающей выборке и 17,6 % ошибок на контрольной выборке (Здесь оценка риска совпадает с ошибкой классификации, так стоимость ошибок разного рода одинакова и равна 1).

Далее была применена система Deep Data Diver, которая является нашей собственной теоретической разработкой. Её программная реализация осуществлена компанией Дип Паттернс [7, 8]. В этом инструменте используется принципиально новый подход к поиску логических закономерностей в данных. Применяется технология SRMD (Structural Resonance in Multidimensional Data), основанная на концепции контекстно-зависимых локальных метрик и эффекте структурного резонанса в многомерных данных.

Система Deep Data Diver имеет следующие основные характеристики:

– нахождение «лучших» (наиболее полных при заданной точности) if-then правил для каждой записи базы данных;
– минимальные ошибки в задачах классификации и распознавания образов;
– построение «нечетких» if-then правил;
– построение дендрограмм и исследование метаструктуры множества правил;
– линейная зависимость времени работы алгоритма поиска от объема данных;
– работа в условиях любого количества пропусков в данных;
– возможность распараллеливания процесса поиска if-then правил.

В нашем конкретном случае с помощью системы Deep Data Diver было обнаружено в данных 52 логические закономерности, характерные для классов распознаваемых объектов. Точность найденных логических правил колеблется от 0,95 до 1. Для принятия решения с использованием множества логических правил применялся следующий алгоритм:

– если для выбранного объекта "срабатывает" одно логическое правило, то объект относится к классу данного логического правила;
– если для выбранного объекта "срабатывает" два и более правил, то решение о принадлежности объекта к тому или иному классу осуществляется по правилу с наибольшей точностью на обучающей выборке.

Использование описанного алгоритма дало на обучающей выборке вероятность правильной классификации 92 % (8 % ошибок). Вместе с тем, на тестовой выборке процент правильной классификации снизился до 87 % (13 % ошибок).

Для улучшения полученного результата были применены два приёма. Первый приём связан с использованием функций расстояния от логических правил до объектов, а второй с построением логического корректора на базе этих функций. Первый шаг заключался в расчете расстояний от каждого правила до всех объектов выборки. Расстояния вычислялись как количество несовпадений элементарных предикатов в правиле для данного объекта. Эти расстояния выступали затем в качестве новых признаков для построения логического корректора. Всего было найдено 17 правил логического корректора. И далее было применено еще одно усовершенствование для получения непрерывного количественного показателя. Вычисленные ранее расстояния выступили в качестве исходных признаков для классического дис-

криминантного анализа, дополненного процедурой последовательного уменьшения группы признаков. В целом на обучающей выборке достигнут процент правильной классификации – 97,8 %. На контрольной выборке процент ошибок составил 8,1 %. Результаты работы всех алгоритмов сведены в таблице.

Таблица – Сводная таблица результатов работы алгоритмов распознавания

Алгоритм	Ошибка на обучающей выборке	Ошибка на тестовой выборке
Дерево решений	16 %	17 %
Система Deep Data Diver	8 %	13 %
Интегрированная модель	2,2 %	8,1 %

Результаты исследования подтвердили эффективность применения современных информационных технологий для решения задачи автоматического распознавания различных транспортных средств по сильно загрубленным их изображениям – силуэтам. Наилучшие результаты удалось получить, применив систему поиска логических правил Deep Data Diver и ее дополнительные усовершенствования – применение логического корректора и преобразование правил логического корректора в непрерывный количественный показатель. За счет использованных усовершенствований построена интегральная модель классификации силуэтов трехмерных объектов (автомобилей разных типов) с ошибкой классификации на тестовой выборке всего в 8,1 %.

Список литературы

1. Субботин С.А., Бойченко К.Ю. Автоматическая система обнаружения и распознавания автотранспортных средств на изображении // Программные продукты и системы, № 1, 2010. С. 114–116.

2. Мокшин В.В., Сайфудинов И.Р., Кирпичников А.П., Шарнин Л.М. Распознавание образов транспортных средств на основе эвристических данных и машинного обучения // Вестник технологического университета. 2016. Том. 19 № 5. С. 130–137.

3. Pat Langley. Crafting Papers on Machine Learning // Proc. 17th International Conf. on Machine Learning. 2000. Morgan Kaufmann, San Francisco, CA. P. 1207-1212.

4. https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Statlog+(Vehicle+Silhouettes), (дата обращения 30.09.2019).

5. http://www-01.ibm.com/support/docview.wss?uid=swg21504913, (дата обращения 30.09.2019).

6. http://documentation.statsoft.com/STATISTICAHelp.aspx?path=Gxx/Gcm/Overviews/BasicTreeBuildingAlgorithmCHAIDandExhaustiveCHAID, (дата обращения 30.09.2019).

7. http://deeppatterns.ru, (дата обращения 30.09.2019).

8. Дюк В.А. Инструментальные средства интеллектуального анализа данных: монография / Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена. 2012. 161 с.

УДК 004.942

ПОЗИЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЕМ НЕОБИТАЕМОГО ПОДВОДНОГО АППАРАТА ПО ВИДЕОИНФОРМАЦИИ ПРИ ОСМОТРЕ ПОДВОДНОГО ТРУБОПРОВОДА

Сакович Сергей Юрьевич *– кандидат технических наук, доцент кафедры систем автоматического управления и бортовой вычислительной техники,*

Сиек Юрий Леонардович *– доктор технических наук, профессор кафедры систем автоматического управления и бортовой вычислительной техники*

Санкт-Петербургский государственный морской технический университет

Аннотация. Эффективность функционирования необитаемого подводного аппарата, движущегося в придонном слое, зависит от алгоритмического обеспечения бортовой вычислительной среды. При выполнении работ по осмотру подводного трубопровода используются видеосистемы, данные от которой могут использоваться для управления движением необитаемого подводного аппарата. В статье представлены результаты применения видеоданных для оценки кинематических параметров движения собственного перемещения подводного аппарата. Описан метод использования результатов оценок в нечетком позиционном алгоритме управления движением аппарата по видеоданным, а также приведены результаты имитационного моделирования процесса управляемого движения необитаемого подводного аппарата по видеоданным вблизи подводного трубопровода.

Ключевые слова: необитаемый подводный аппарат, подводный трубопровод, система видеонаблюдения, видеокадр, визуализация, нечеткий алгоритм управления движением.

POSITION BASED MOTION CONTROL OF THE UNDERWATER VEHICLE ON VIDEO DATA AT THE UNDERWATER PIPELINE INSPECTION

Sakovich S.Yu. – Assistant professor of chair of automatic control systems and onboard computers

Siek Yu. L. – Doctor of Technical science, professor of chair of automatic control systems and onboard computers

State Marine Technical University of Saint-Petersburg

Abstract. The effectiveness of the operation of an uninhabited underwater vehicle moving in the bottom layer depends on the algorithmic support of the onboard computing environment. When performing work to inspect the underwater pipeline, video systems are used, the data from which can be used to control the movement of an uninhabited submarine vehicle. The article presents the results of using video data to estimate the kinematic parameters of the motion of the underwater vehicle's own movement. A variant of using the results of estimations in the fuzzy positional algorithm of motion control of the apparatus on video data is presented, and also results of simulation of the process of controlled motion of an uninhabited underwater vehicle on video data near a subsea pipeline are presented.

Keywords: uninhabited underwater vehicle, underwater pipeline, video surveillance system, video frame, visualization, fuzzy motion control algorithm.

В процессе освоения Мирового океана важную роль отводят необитаемым подводным аппаратам (НПА), которые позволяют решать задачи разведки ресурсов на дне, разработки морских нефтегазовых месторождений и обслуживания подводных трубопроводов. В процессе выполнения рабочего задания НПА осуществляет сложное пространственное маневрирование. Данный режим движения характерен при выполнении осмотровых работ объектов морской инфраструктуры, трубопроводного транспорта, а также решения исследовательских задач. Система управления движением (СУД) аппарата обеспечивает реализацию необходи-

мых перемещений вблизи целевого объекта, при этом в алгоритмическом обеспечении СУД НПА целесообразно использовать информацию от датчиков внешней среды. При выполнении осмотровых работ, используются НПА оборудованные телевизионными средствами визуального контроля рельефа дна и объектов, что позволяет включить в контур СУД видеокамеры, а в алгоритмическом обеспечении использовать результаты обработки изображений.

Неточности и неопределенности информации, поступающей в бортовое вычислительное устройство, оказывают значительное влияние на качество функционирования НПА. При реализации придонного режима движения указанными свойствами обладают данные, поступающие от системы технического зрения (СТЗ). Рациональным способом компенсации влияния указанных факторов в алгоритмическом обеспечении СУД является применение эффективных методов искусственного интеллекта (ИИ).

СТЗ включает источники видеоинформации, позволяющие визуально отображать окружающую среду. Данные от видеокамер в цифровом виде поступают в бортовое вычислительное устройство, в котором реализуются алгоритмы обработки изображений. Анализ видеоданных позволяет решать такие задачи, как поиск и распознавание выбранного объекта, непрерывное слежение за ним и определение его координат относительно НПА. Данные, полученные от нескольких камер, могут использоваться для оценки кинематических параметров собственного перемещения НПА вблизи дна, которые поступают в алгоритм управления движением НПА.

Организация движения НПА, который является сложным динамическим объектом, функционирующим в условиях изменяющейся внешней среды, требует применения алгоритмов интеллектуального управления. Синтез подобных алгоритмов может быть основан на использовании нечетких продукционных моделей. Данный подход позволяет компенсировать влияние неточности и неопределенности входной информации, поступающей от СТЗ, на качество процесса управления движением НПА.

Управление по видеоданным

Применение видеоданных для управления динамическими объектами основано на подходе визуального серво управления (Visual servo control). В рамках данного подхода разработан метод синтеза алгоритмов управления движением по видеоданным на основе анализа пространственного положения НПА и объектов окружающей среды [1].

Видеоданные представляют последовательность изображений, поступающих от стереосистемы камер в вычислительную среду НПА. Изменения на последовательности кадров характеризуют траекторию движения НПА. Обработка видеоданных позволяет получать оценки линейных и угловых скоростей, а также определять параметры ориентации НПА. Особенностью оценки перечисленных характеристик является влияние негативных факторов. К ним относится неоднородность подсветки, мутность воды, дисторсии и другие искажения изображения.

Управление движением НПА, действующим в условиях неточности и неопределенности среды функционирования, требует построения интеллектуальной СУД. Синтез алгоритма управления движением НПА основан на теории нечеткой логики, в рамках которой выбран механизм нечёткого логического вывода Мамдани [2].

В общем случае определение параметров движения строится на основе обработки изображений, содержащих разнородные объекты на морском дне. В качестве источника видеоданных используется стереоскопическая система из двух камер [3]. Данная видеосистема позволяет воспринимать положение НПА без применения дополнительной информации. Оценка текущих значений параметров ориентации и линейных скоростей формируются по результатам изменения положений характерных точек на последовательности видеокадров, получаемых от системы видеокамер. Обеспечивать устойчивое выделение характерных точек без использования искусственных маркеров или структурной подсветки позволяет метод поиска и сопоставления ключевых точек на основе SURF алгоритма [4].

Алгоритм управления движения НПА по видеоданным построен на основе модели желаемого поведения [1]. Управление пространственным перемещением НПА требует обеспечить возможность регулировать линейные и угловые скорости, для движения в трех плос-

костях. Нечеткий алгоритм управления (НАУ) объединяет несколько нечетких регуляторов. Каждый из них производит однозначное преобразование вектора входных сигналов в выходные, используя механизм нечеткого вывода. Синтез НАУ на основе позиционного управления по видеоданным, для управления пространственным перемещением НПА объединяет четыре нечетких регулятора, из которых первый и второй осуществляют управление движением по линейным скоростям в продольной и боковой плоскости, третий – управление по глубине и четвертый – управление по угловой скорости в горизонтальной плоскости.

Структура рассмотренного НАУ НПА на основе позиционного управления по видеоданным представлена на рисунке 1.

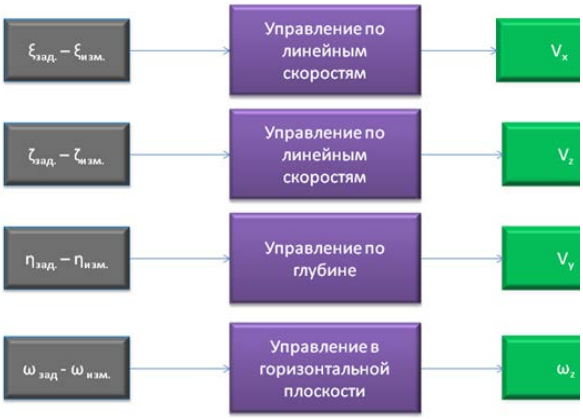


Рисунок 1 – Структура НАУ НПА на основе позиционного управления по видеоданным

Синтез НАУ функционирующего на основе модели нечеткого вывода Мамдани осуществляется в несколько шагов. На первом этапе определяется система нечетких продукционных правил. В общей форме, система с несколькими входами и выходами может быть интерпретирована на основе системы продукционных правил, вида *если – то* с мультиантецедентными и мультиконсеквентными переменными. В каждом правиле антецедентная часть определяет предпосылку, а консеквентная – следствие, которые логически связывают отдельные нечеткие высказывания для входных и выходных переменных.

$$i: \textit{если}\ \left(\tilde{x}_1 \in \tilde{X}_1, \tilde{x}_2 \in \tilde{X}_2, \ldots, \tilde{x}_j \in \tilde{X}_j\right)\ \textit{то}\ \left(\tilde{y}_1 \in \tilde{Y}_1, \tilde{y}_2 \in \tilde{Y}_2, \ldots, \tilde{y}_j \in \tilde{Y}_j\right),$$

где $\tilde{x}_1, \tilde{x}_2, \ldots, \tilde{x}_j$ и $\tilde{y}_1, \tilde{y}_2, \ldots, \tilde{y}_j$ – входные и выходные переменные соответственно; $\tilde{X}_1, \tilde{X}_2, \ldots, \tilde{X}_j$ и $\tilde{Y}_1, \tilde{Y}_2, \ldots, \tilde{Y}_j$ – нечеткие множества, определенные на заданных универсумах $\tilde{X}_{\mathrm{E}}$ и $\tilde{Y}_{\mathrm{E}}$ соответствующих лингвистических переменных.

Синтез НАУ предполагает применение подхода к построению системы используя методы теории идентификации систем, что требует решения задач определения структуры системы правил и параметров функций принадлежности элементов терм-множестов выбранных лингвистических переменных. Последовательность настройки параметров НАУ представлена на рисунке 2.

В правилах агрегирование определяется на основе операции min. Нечеткий вывод выполняется по нечеткому композиционному правилу $\min\max$. Дефаззификация используют метод центра тяжести. Настройка параметров терм множеств выполняется на основе идентификационного подхода. Для определения параметров функций принадлежности лингвистических переменных антецедентов и консеквентов правил применяется алгоритм нечеткой кластеризации С-средних. После формирования функций принадлежности, выполняется построение нечеткого регулятора. На этапе параметрической идентификации на основе решения задачи условной оптимизации выполняется настройка параметров регулятора.

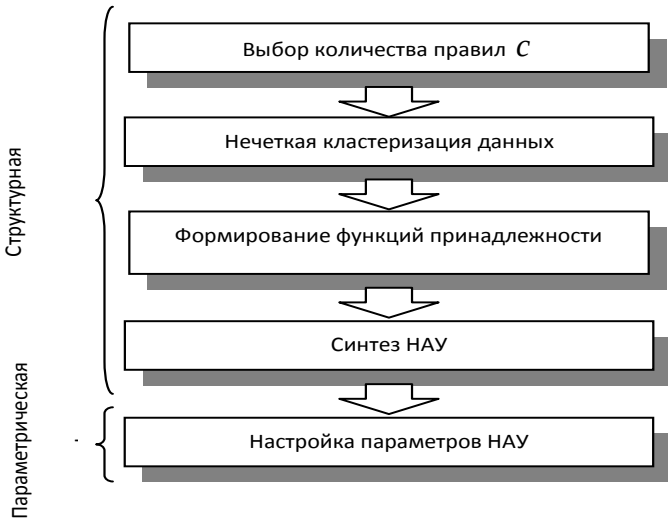


Рисунок 2 – Структура метода синтеза НАУ НПА по видеоданным

Имитационное моделирование

Имитационное моделирование проводилось с использованием программы моделирования подводной видеосъемки [5]. Проведено имитационное моделирование движения НПА с использованием нечёткого алгоритма управления вблизи дна по видеоданным в процессе осмотра подводного трубопровода. Данные об ориентации, линейных и угловых скоростях НПА используемые для управления движением оцениваются по видеоданным.

Особенность рассматриваемого алгоритма заключается в использовании модели нечётких рассуждений Мамдани, а также идентификационного подхода при настройке параметров алгоритма управления. На рисунках 3 и 4 представлены результаты имитационного моделирования пространственного движения полюса НПА в процессе поиска по рассмотренному методу синтеза нечётких алгоритмов позиционного управления по видеоданным.

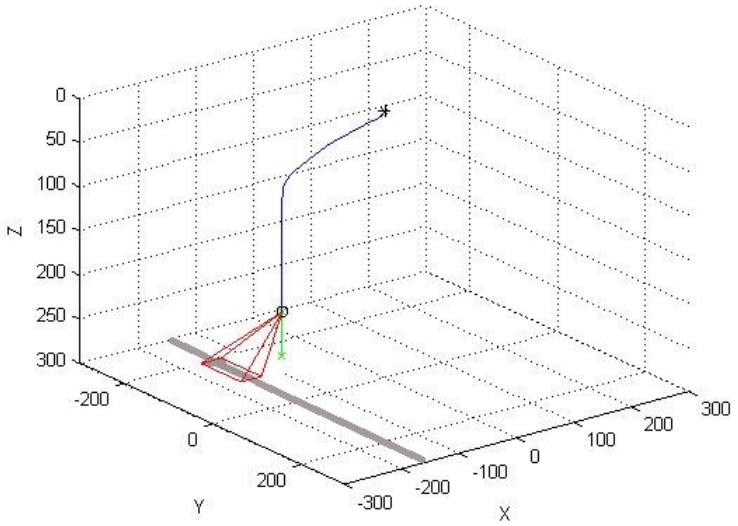


Рисунок 3 – Траектория движения НПА по методу позиционного управления движением с использование нечеткого алгоритма управления движением

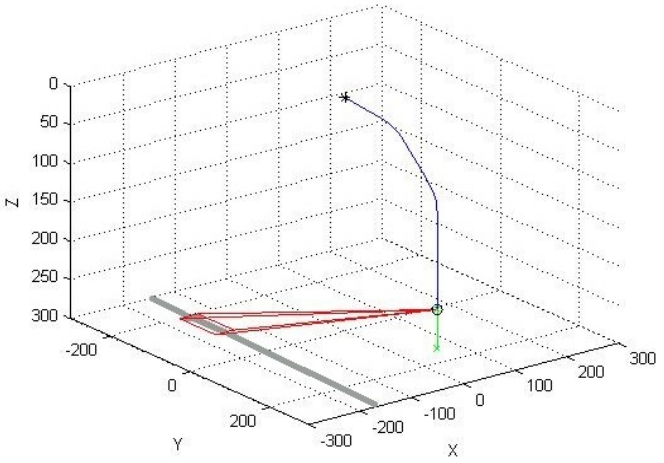


Рисунок 4 – Траектория движения НПА по методу позиционного управления движением с использование нечеткого алгоритма управления движением.

Заключение

Использование видеоданных, получаемых от бортовых камер НПА для управления движением повышает общий уровень автоматизации СУД как для режимов супервизорного управления оператором, так и при автоматическом функционировании. При этом на качество процесса управления оказывают влияние неточности и неопределенности, вызванные внешними возмущениями. Применение методов искусственного интеллекта при разработке бортового алгоритмического обеспечения позволяет компенсировать влияние данных факторов и повысить робастность СУД. В статье представлен метод определения кинематических параметров собственного перемещения НПА по видеоданным от стереосистемы видеокамер в процессе осмотра подводного трубопровода. Результаты оценивания ориентации, линейных и угловых скоростей НПА могут использоваться для организации процесса управления движением. При этом неточности и неопределенности могут оказывать негативное влияние на качество процесса. Данное обстоятельство необходимо учитывать при синтезе алгоритма управления движением НПА. Для учета рационально использовать методы нечеткой логики. В статье представлен метод синтеза нечеткого позиционного алгоритма управления движением и приведены результаты имитационного моделирования пространственного перемещения НПА. Полученные результаты продемонстрировали рациональность применения разработанного алгоритмического обеспечения СУД необходимого для организации позиционного управления движением НПА по видеоданным в процессе осмотра подводного трубопровода.

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке СПбГМТУ в рамках гранта по договору НГ-4/18.

Список литературы

1. Scisiliano B. Handbook of Robotics / B. Scisiliano, O. Khanib. – New-York, Springer, 2010. – 1628 p.

2. Борисов В.В. Нечеткие модели и сети: 2-е изд. / В.В. Борисов, В.В. Круглов, А.С. Федулов. М.: Горячая линия – Телеком. 2015. 284 с.

3. Сакович С.Ю. Определение параметров движения подводного робота по видеоданным, доклад. XIII конференция молодых ученых «Навигация и управление движением» – СПб.: ГНЦ РФ ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор». 2014. С. 6.

4. Bradski G., Kaehler A. Learning OpenCV / O'Reilly Media, Inc. 2008

5. Сиек Ю.Л Программа моделирования подводной видеосъемки. Программа для ЭВМ / С.Ю. Сакович, Ю.Л. Сиек, А.Н. Борисов // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ, № 2015616823.

УДК.629.5.053

ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ МАЛЫМИ ПОДВОДНЫМИ АППАРАТАМИ

Шпекторов Андрей Григорьевич *– кандидат технических наук, доцент кафедры корабельных систем управления, доцент*

Фам Ван Туан *– аспирант кафедры корабельных систем управления*

ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)

Аннотация. Рассматриваются этапы проектирования и реализации системы управления движением малого подводного аппарата, предназначенного для поиска и мониторинга. Приводится состав алгоритмического и программного обеспечения, обоснованы основные принципы решения поставленных задач. Приведены результаты практической реализации в виде приложения для управления подводным аппаратом с персонального компьютера.

Ключевые слова: подводная робототехника, нечеткое управление, обработка навигационной информации, программное обеспечение бортовых систем.

TECHNOLOGY OF CONTROL SYSTEMS DEVELOPMENT FOR SMALL AUTONOMOUS UNDERWATER VEHICLES

Shpektorov Andrew G. – PhD, docent of marine control systems state

Pham Van Tuan – postgraduate of marine control systems state

Saint-Petersburg Electrotechnical University

Abstract. The stages of designing and implementing a motion control system for a small underwater vehicle designed for searching and monitoring are considered. The composition of algorithmic and software is given. The basic principles of solving the tasks are substantiated. The results of practical implementation in the form of an application for controlling the underwater vehicle from a personal computer are given.

Keywords: underwater robotics, fuzzy logic control, navigation data processing, onboard systems software.

В настоящее время создается множество разнообразных малых подводных аппаратов (МПА) для решения широкого круга задач. Эти аппараты могут применяться при выполнении аварийно-спасательных, обзорно-поисковых, научно-исследовательских и других видов работ. Малогабаритный подводный аппарат - это подводный аппарат, управляемый оператором с борта судна либо с берега. Аппарат, как правило, связан с судном кабелем, через который на аппарат поступают сигналы электропитание и управление, а обратно передаются показания датчиков и видеосигналы.

Современные технологии обеспечивают сравнительно недорогое изготовление подобных аппаратов, рассчитанных на небольшие глубины [1, 2]. Миниатюризация контроллеров, датчиков и средств управления движением (как правило, на МПА применяются малогабаритные винты, управляемые бесколлекторными двигателями малого постоянного тока [3, 4]) создает предпосылки для создания эффективных систем управления МПА, сочетающих элементы ручной и автоматической стабилизации.

В данной работе кратко изложены основные этапы разработки системы управления малым подводным аппаратом, выполненной сотрудниками кафедры корабельных систем управления СПбГЭТУ «ЛЭТИ».

Состав малого подводного аппарата. Объект исследования представлен на рисунке 1. МПА представляет собой типовой объект управления. Система датчиков и управляющий контроллер заключены в водонепроницаемый корпус, движение аппарата в горизонтальной и

вертикальной плоскостях обеспечивают две пары винтов. В штатный состав аппарата также входит видеокамера и светодиодные фонари. МПА связан с внешним блоком управления универсальным информационно-силовым кабелем, что позволяет не размещать в корпусе аппарата громоздкую систему электропитания. Внешний блок управления может быть соединен с персональным компьютером или ноутбуком через интерфейс Ethernet.

Систему датчиков образуют инерциальный модуль, измеряющий углы Эйлера, линейные и угловые скорости и датчик глубины (гидростатического давления). Также имеются датчики состояния винтов и управляющих имя двигателей. Обработку информации, прием команд и передачу данных оператору обеспечивает контроллер ATmega328.

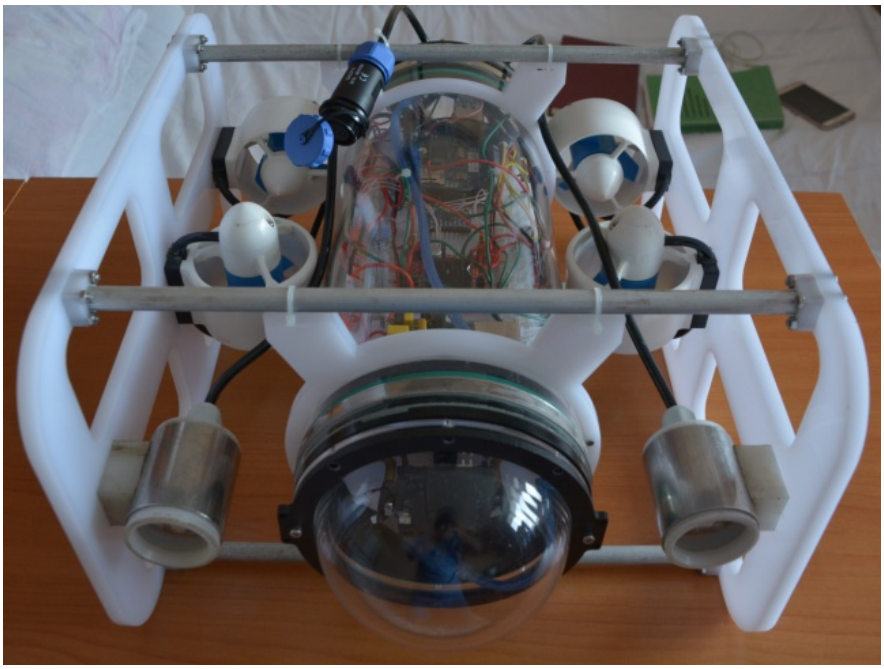


Рисунок 1 – Малогабаритный подводный аппарат

Данный МПА может быть использован для поисковых работ и мониторинга обстановки на небольших глубинах (до 20 м). Анализ массогабаритных характеристик МПА показал, что аппарат обладает небольшой отрицательной плавучестью, что предопределило необходимость автоматической стабилизации глубины. Кроме того, в состав системы управления целесообразно включить стабилизацию курса МПА.

Реализация системы управления МПА. Разработка системы управления включала следующие этапы [5]:

– составление математической модели МПА и навигационных датчиков;
– разработка алгоритмов обработки навигационных измерений;
– разработка и исследование частных алгоритмов стабилизации;
– реализация программного комплекса для внешнего управления аппаратом.

Анализ состава и структуры управления МПА показал, что задача разработки системы может быть декомпозирована. Программное обеспечение системы разделяется на две компоненты: ПО бортового микроконтроллера и ПО для персонального компьютера, с которого осуществляется внешнее управление.

Математическая модель МПА представляет собой систему дифференциальных уравнений динамики твердого тела. Отличительной особенностью МПА малого удлинения (малое отношение длины аппарата к диаметру) является наличие перекрестных связей, не позволяющих осуществить разделение движений, а также весомый вклад присоединенных масс в динамику аппарата. Часть параметров модели получена путем прямого измерения (массы, объемы, силы винтов и др.), часть получена по расчетным методикам (присоединенные массы). Гидродинамические силы и моменты представлены в виде простых линейно-

квадратичных зависимостей, коэффициенты уточнены по результатам натурных испытаний [6]. Математическая модель позволяет дать качественное представление о динамике МПА, но, ввиду упрощений и погрешностей, обусловленных сложной геометрией корпуса, все-таки является неточной, откуда следует вывод, что алгоритмы стабилизации должны быть робастными.

Для моделей навигационных датчиков был использован подход, согласно которому измерение пары «координата-скорость» можно представить в виде двойного интегратора. На базе таких моделей разработаны алгоритмы фильтрации на основе Калмановской теории. Характеристики инерциального модуля позволяют корректировать показания акселерометров по данным гироскопов, что позволило получить сглаженные оценки навигационных данных практически без запаздывания [7–9]. В алгоритме оценки вертикальной скорости аппарата показания датчика гидростатического давления корректировались по показаниям акселерометра.

Алгоритмы фильтрации навигационных данных были реализованы на бортовом контроллере вместе с алгоритмами стабилизации. Робастность была обеспечена за счет применения независимых подсистем нечеткого управления по глубине и курсу [10]. Пример структуры нечеткого регулятора показан на рисунке 2, где $h_з$ – заданная глубина движения; h – фактическая глубина; h_e, v – погрешность управления и ее производная; k_1, k_2 – масштабные коэффициенты; u – управляющее воздействие.

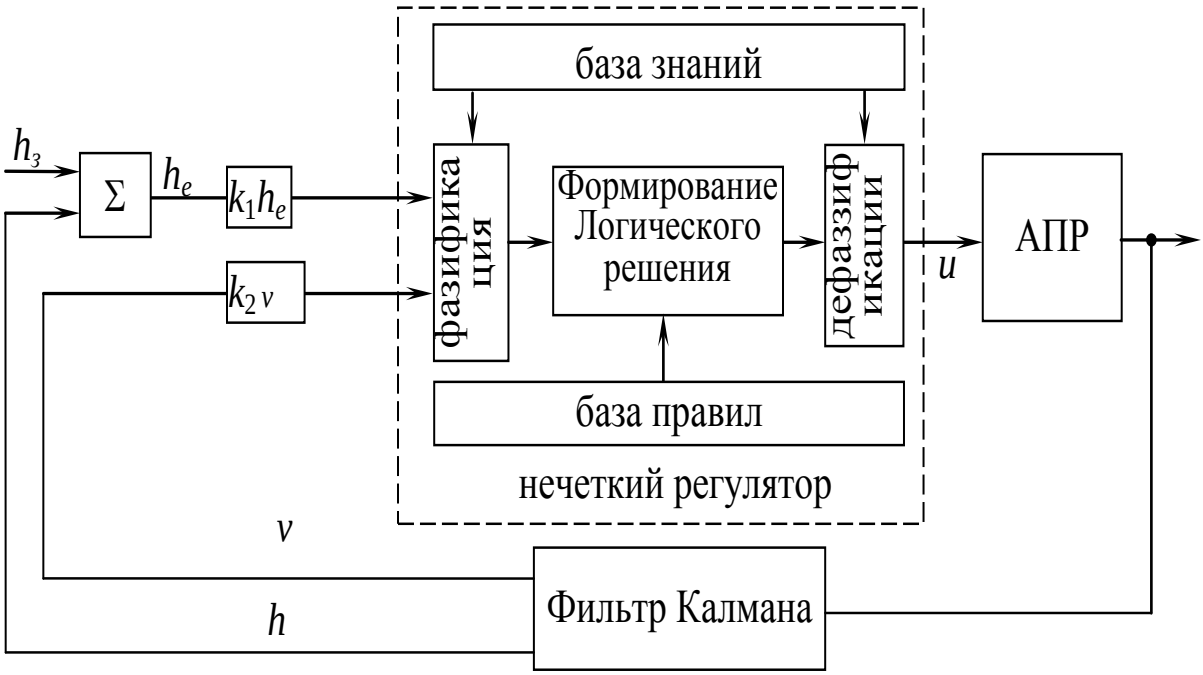


Рисунок 2 – Структура нечеткого регулятора глубины МПА

На последнем этапе разработки было создано приложение для управления движением МПА с компьютера. Приложение позволяет оператору вручную управлять винтами МПА, контролировать состояние аппарата, включать автоматические режимы, получать изображение с камеры и т. д. Пример рабочего экрана приложения приведен на рисунке 3.

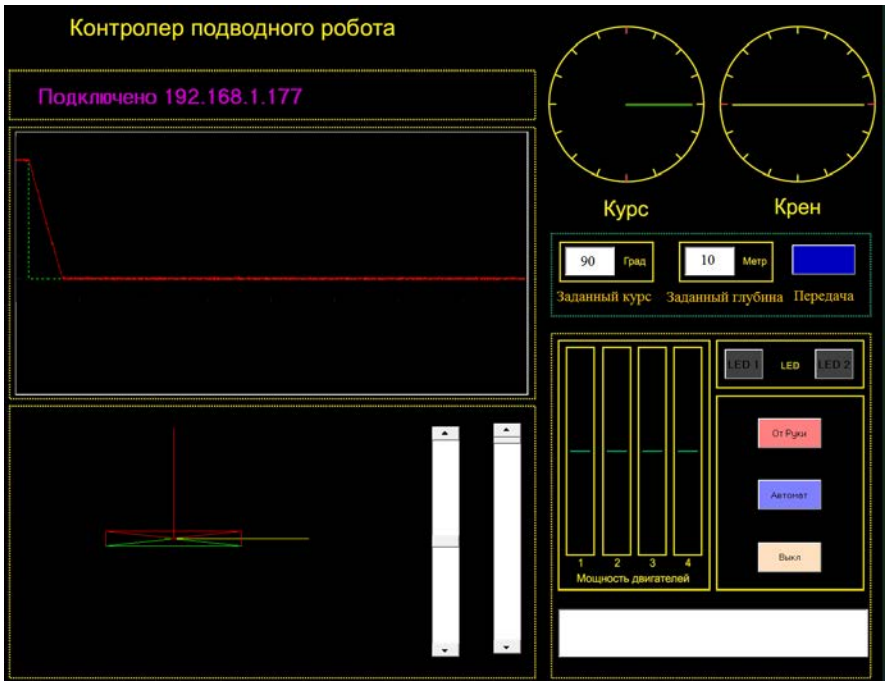


Рисунок 3 – Рабочий экран приложения управления МПА

Заключение

В настоящее время кафедра корабельных систем управления СПбГЭТУ «ЛЭТИ» освоила технологию разработки систем управления МПА с элементами ручной и автоматической стабилизации. В настоящее время ведется модернизация алгоритмического обеспечения подводных аппаратов, в частности, алгоритмов подводного позиционирования (при наличии гидроакустического модуля), и траекторного движения аппарата по сигналам видеокамеры, нацеленной на различимый ориентир. Кафедра имеет предпосылки для создания алгоритмического и программного обеспечения промышленных объектов подводной робототехники.

Список литературы

1. Ветюгов Н.С., Смирнов И.А. Конструирование подводной робототехники на стадии эскизного проекта // Молодежный научно-технический вестник. 2017. № 7. С. 64.

2. Юрчик Ф.Д., Соболев Ю.М. Вопросы разработки подводного аппарата // Вестник Морского государственного университета. 2015. № 68. С. 125–129.

3. Северов С.П., Константи И.М. Проектирование и испытание активных движительных комплексов подводных аппаратов // Инженерный вестник. 2013. № 1. 10 с. url: http://engsi.ru/doc/536074.html (дата обращения 15.09.2018).

4. Мельников А.И., Дрогайцев И.А. Стенд для испытания гребных винтов малогабаритных подводных аппаратов // Политехнический молодежный журнал. 2018. № 6. 8 с. url: http://ptsj.ru/catalog/menms/machsci/333.html (дата обращения 15.09.2018).

5. Каминский В.Ю., Мурамович В.В. Управление движением подводного аппарата по заданному рельефу дна // Транспорт России: проблемы и перспективы-2017: материалы Международной научно-практической конференции. СПб: ИПТ РАН. Санкт-Петербург. 2017. С. 242–247.

6. Гуренко Б. В., Назаркин А.С. Реализация и идентификация параметров автономного необитаемого подводного аппарата типа глайдер // Инженерный вестник Дона. 2015. № 4 (38). С. 27. url: http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2015 /3288 (дата обращения 15.09.2018).

7. Шпекторов А.Г., Фам В.Т. Анализ применения микромеханических измерительных систем для задач управления морскими подвижными объектами // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2017. № 5. С. 16–20.

8. Хабаров С.П., Коренев А.С., Амбросовский В. М. Отказоустойчивый адаптивный к внешним возмущениям фильтр Калмана // Морская радиоэлектроника. 2015. № 3. С. 20–23.

9. Shpektorov A.G. *and* Pham Van Tuan, "Comparison between methods for construction of the Kalman filter for inertial measurement module," 2017 XX IEEE International Conference on Soft Computing and Measurements (SCM), St. Petersburg, 2017, pp. 67-69.

10. Pham T.V. and Shpektorov A.G., "Comparative analysis of fuzzy regulators for controlling the movement of an autonomous underwater vehicle," 2018 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus), Moscow, 2018, pp. 954-957.

11. Фам В.Т., Шпекторов А.Г. Программа удаленного управления подводным аппаратом для операторской станции // Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ, №2018660003.

12. Фам В.Т., Шпекторов А.Г. Программа управления подводным аппаратом на основе нечеткой логики // Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2018617697.

УДК 629.113:658.516

ПРОБЛЕМА СТАНДАРТИЗАЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

Тарабаев Антон Александрович *– младший научный сотрудник лаборатории проблем организации транспортных систем*

ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко
Российской академии наук

Аннотация. В ходе работы было проведено исследование тенденций развития стандартизации и ИТС в целом, их коэволюции. Был изучен процесс стандартизации, в т.ч. были проанализированы органы, занимающиеся стандартизацией в разных странах мира, структура стандартов и их роль в развитии ИТС. Также было рассмотрено несколько основных стандартов в качестве примера.

Ключевые слова: стандартизация, стандарт, интеллектуальная транспортная система (ИТС), TC204, рабочая группа (WG), PRESTO (системы оповещения и определения приоритетов для аварийного и общественного транспорта), определение местоположения (Location referencing).

STANDARDIZATION PROBLEM OF INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS

Tarabaev Anton A. – Junior Researcher of Laboratory of the organization of transport systems

Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences

Abstract. In the course of the work, a study was conducted on trends in the development of standardization and ITS as a whole, their co-evolution. The standardization process was studied, including standardization committees in different countries of the world, the structure of standards and their role in the development of ITS. Several core standards were also considered as an example.

Keywords: standardization, standard, intelligent transport system (ITS), TC204, working group (WG), PRESTO (Pre-emption and Prioritization Signal Systems for Emergency and Public Vehicles), Location referencing.

Создание, внедрение и использование интегрированных телематических и интеллектуальных транспортных систем в течение последних десятилетий стало во всем мире одной из важнейших тенденций развития автомобильного и городского электрического транспорта.

Назначение указанных систем состоит в решении следующих ключевых проблем, стоящих перед транспортом:

– повышение эффективности транспортных процессов, в том числе за счет сокращения заторов на улицах и дорогах;

– повышение безопасности дорожного движения, в первую очередь снижение количества погибших и пострадавших в дорожно-транспортных происшествиях;

– повышение экологичности автомобильного транспорта, в первую очередь снижение вредных выбросов в атмосферу;

– повышение удобства и комфорта пользования автомобильным и городским электрическим транспортом, как водителями, так и пассажирами [1].

Стандартизация и стандарты

Стандартизация состоит из программ по минимизации, упрощению и рационализации вещей, когда это возможно, которые, если их оставить в покое, станут расходящимися, сложными или хаотичными. Первоначальная цель стандартизации в промышленной области – обеспечить совместимость продуктов и обеспечить среду, в которой клиенты не ограничены покупкой товаров у конкретного поставщика.

Что такое стандарты? Письменные правила, определенные стандартизацией, обычно называются «стандартами». Хотя «стандарт» не имеет обязательной силы в отличие от закона, он приобрел большое значение как инфраструктура современного индустриального общества. В обычных ситуациях, стандарт, по которому стороны должны взаимодействовать, следует определять на основе соглашения между ними. На практике же правительственные учреждения часто несут ответственность за соблюдение конкретных стандартов (обязательных) в целях пользы и безопасности для общества, таких как поддержание совместимости оборудования от разных производителей, предотвращение взаимного вмешательства в работу или защита потребителей [1].

Ключевые задачи стандартизации:

– обеспечение совместимости продуктов;

– повышение эффективности производства;

– обеспечение качества;

– точная коммуникация, содействие взаимодействию продуктов от разных производителей;

– общедоступность технологий исследований и разработок;

– обеспечение безопасности;

– снижение экологической нагрузки;

– повышение конкурентоспособности промышленности, подготовка конкурентной среды;

– продвижение торговли и многое другое [2].

В связи с растущими ожиданиями относительно раннего и активного развертывания ИТС, стало критическим, с точки зрения обеспечения удобства пользователей, снизить издержки при одновременном содействии стандартизации различных базовых технологий без ущерба для интероперабельности и расширяемости систем и, в то же время, плавно внедряя социальную систему, представленную ИТС. Необходимо укрепить активный международный подход к мероприятиям в области стандартизации.

Комитет TC 204 специализируется на деятельности по стандартизации ИТС. В рамках исследования TC 204 представлены предложения по стандартизации для (1) архитектуры систем, (2) интерфейсов (наборы сообщений и т. д.), (3) фреймворков (словари данных и шаблоны сообщений), (4) требований к производительности системы и (5) методов испытаний [3].

TC 204, технический комитет по стандартизации ИТС в рамках ISO был создан в 1992 году и провел свое первое совещание в следующем году. Подкомитеты (SCs) часто разме-

щаются в технических комитетах (TCs), но в рамках TC 204, рабочие группы (WGs) находятся под прямой юрисдикцией TC. Некоторые рабочие группы были приостановлены или объединены на протяжении более 20 лет с момента создания TC 204, и в настоящее время действуют 12 активных рабочих групп. Девять стран являются ведущими странами для рабочих групп, Япония возглавляет две группы, а США – три [3] .

Как показано на рисунке 1, TC 204 опубликовала множество международных стандартов. (По состоянию на июнь 2018 года)

Результаты	Опубликовано	В разработке
Международные стандарты	135	66
Технические спецификации	67	16
Технические отчеты	46	19
Другое (поправки и т.д.)	15	28
Всего	**263**	**129**

Рисунок 1 – Количество опубликованных TC204 стандартов.
(По состоянию на июнь 2018 года)

ИТС представляет собой крупномасштабную совокупность систем, охватывающих многие области применения, с большим количеством людей, участвующих в разработке в течение длительного периода времени. Это имеет решающее значение для создания архитектуры, которая обеспечивает расширяемость систем, которые составляют ITS, а также их совместимость. Например, WG 1 разрабатывает стандарты для общей информации и методов в секторе ИТС, включая общую терминологию, стандартизацию форматов представления данных, архитектуры для обмена услугами и концепций системы, а также методы оценки рисков и преимуществ услуг [4].

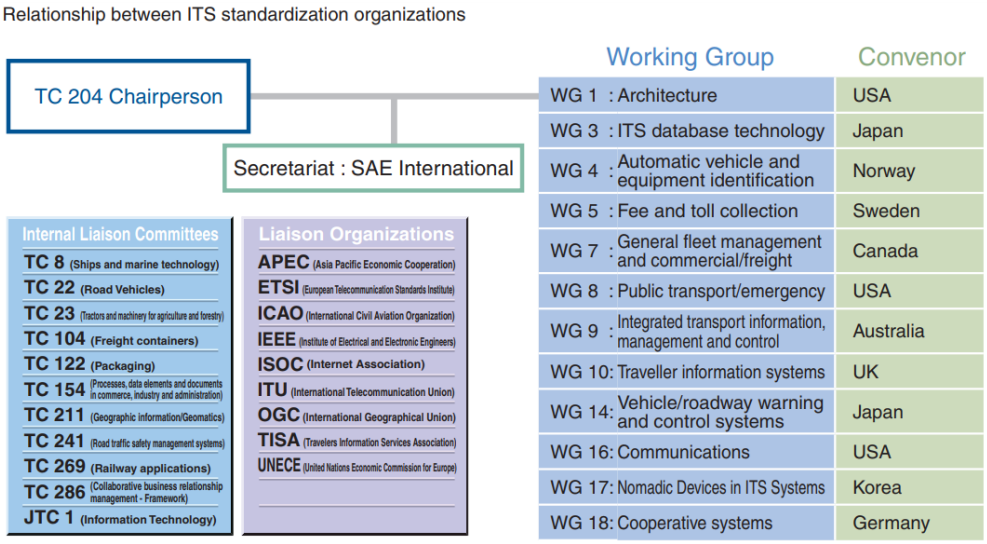


Рисунок 2 – Структура ISO/TC 204

В качестве примера, я выделил несколько основных стандартов, которые значительно влияют на комфорт и безопасность дорожного движения.

Системы оповещения и определения приоритетов для аварийного и общественного транспорта (PRESTO (ISO 22951))

Стандарт PRESTO предназначен для эффективного обмена данными с целью определения приоритетов дорожного движения, чтобы аварийные транспортные средства, экстренные службы и общественный транспорт, могли пересекать перекрестки преимущественно над другими транспортными средствами. Обмен данными осуществляется главным образом между транспортными средствами и придорожными устройствами. Область стандартизации включает в себя словари данных и наборы сообщений в полях V2I / I2V [4].

Сигналы светофоров можно контролировать, увеличивая зеленый свет или сокращая красный на основе информации о местоположении, скорости, назначении и направлении движения аварийных транспортных средств на перекрестках, чтобы они могли беспрепятственно проходить через них. Другие транспортные средства и пешеходы должны быть ознакомлены с тем, что прибывает аварийное транспортное средство, чтобы избежать потенциального столкновения. Стандарт был опубликован ISO в январе 2009 года. В 2014 году он подвергся систематическому обзору и был утвержден в июне того же года.

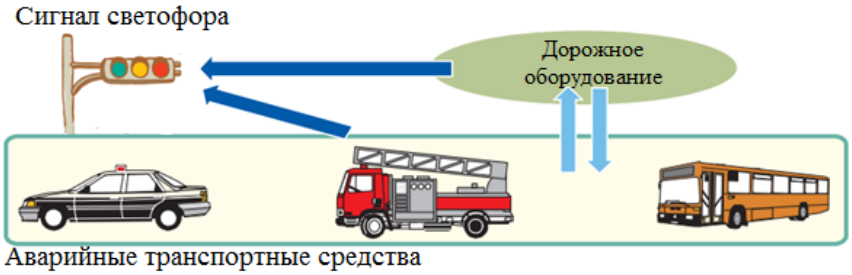


Рисунок 3 – PRESTO

Location Referencing (ISO 17572)

Главный минус стандартного метода определения местоположения заключается в том, что каждый производитель пользуется своей системой и появляется огромное количество различных систем, представляющих одни и те же географические явления в разных географических базах данных, выпускаемых разными поставщиками, для различных приложений и для работы на нескольких аппаратно-программных платформах. Если приложения ITS, использующие базы данных цифровых карт, станут широко распространенными, должны быть доступны данные в различных приложениях и системах. Информация, подготовленная в одной системе, например сообщения о трафике, должна интерпретироваться всеми принимающими системами. Для достижения таких целей необходим единый стандарт.

Стандарт LR является технологией привязки местоположения, которая не зависит от базовой технологии карт и позволяет предоставлять высокоточную информацию о местоположении между приложениями, такими как навигационные устройства, информационные системы трафика и другие службы на основе местоположения.

В отличие от традиционных технологий геокодирования, LR определяет метод динамического кодирования и декодирования ссылок на географические объекты, такие как дорожные развязки, инциденты, места проведения дорожных работ и др., не требуя предопределенных кодов местоположения или поисковых таблиц [5].

Традиционные системы, основанные на геокодировании, могут не точно определить цель из-за несоответствий между данными карты, уровнем детализации или различиями в том, как описываются объекты или местоположения. LR обеспечивает высокоточную привязку к местоположению независимо от различий в карте. Кроме того, технология обеспечивает эффективную маршрутизацию, основанную на динамической информации о трафике, и поддерживает разработку упреждающих служб управления трафиком, которые могут снизить пробки на дорогах, повысить эффективность распределения потока транспортных средств и помочь сэкономить затраты на топливо. В целом, LR расширяет сервисы, доступ-

ные через традиционные навигационные устройства, но также имеет несколько инновационных возможностей, которые могут существенно облегчить ситуацию на дорогах [5].

Потребность в стандартизации широко распространенного LR резко возросла, когда информационное сообщество быстро продвигалось к стандартизации. Поэтому WG3 решила расширить свое внимание с систем координат и систем описания дорожного движения, и работать над созданием всеобъемлющего стандарта.

В этом международном стандарте указаны два разных LRM:

– предварительно кодированный профиль (предварительно кодированные ссылки на местоположение: метод привязки, предполагающий общие таблицы предварительно кодированных местоположений, такие как VICS или TMC);

– динамический профиль (динамические ссылки на местоположение: метод, который изменяется в реальном времени) [6].

Первый метод довольно прост, рассмотрим его на примере системы Traffic Message Channel

TMC работает с предопределенной фиксированной таблицей точек. Мы можем использовать таблицу, чтобы точно описать местоположение пробки. Пока отправитель и получатель имеют копию одной и той же таблицы точек.

Например, если пробка на дороге начинается в точке A и заканчивается в точке B, то сообщение от этой системы будет выглядеть следующим образом:

Пробка начинается через 440 метров после пункта 44966. А заканчивается за 630 метров до точки 44956.

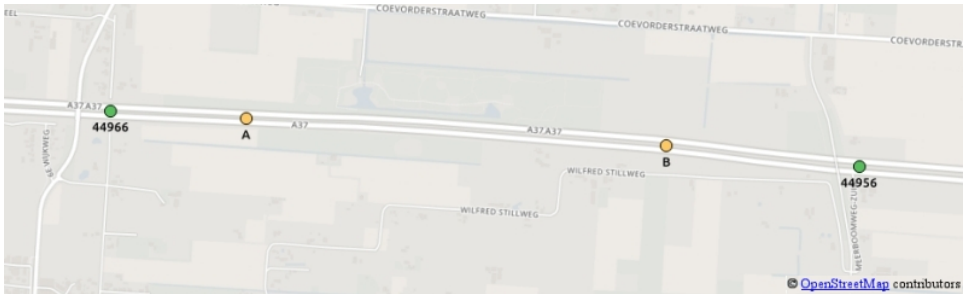


Рисунок 4 – Location referencing. Pre-coded profile

Второй метод несколько сложнее первого, его работу можно увидеть на следующем рисунке.

Рисунок 5 – Location referencing. Dynamic profile

В пределах области, отмеченной на рисунке зеленым цветом, можно использовать систему ТМС, о которой говорилось ранее, а чтобы удерживать транспортное средство на своей полосе движения, используются системы контроля полосы.

В области, отмеченной синим, такой метод не сработает, т.к. если полоса движения определена нечетко (перекрестки, пункты оплаты проезда и т.д.), приходится использовать динамический профиль определения местоположения [6].

На практике это происходит следующим образом, в центре перекрестка устанавливается оборудование, взаимодействующее с транспортными средствами (точка привязки). В радиусе 200 м от этой точки местоположение транспортного средства определяется с точностью до 25 см, что решает проблему навигации на перекрёстках.

В ходе данной работы были проанализированы российские и зарубежные источники по теме: «Проблема стандартизации интеллектуальных транспортных систем». Было проведено исследование тенденций развития стандартизации и ИТС в целом, их коэволюции. В ходе работы был изучен процесс стандартизации, в т.ч. были проанализированы органы стандартизации в разных странах мира, структура стандартов и их роль в развитии ИТС.

Стандарты ИТС способствуют созданию инновационного и конкурентного рынка транспортных услуг и продуктов. Они позволяют установить соединение между всеми элементами ИТС – любым устройством, транспортным средством и т.д. для подключения и приема или передачи данных на любой другой элемент в системе. Стандарты также определяют, как данные форматируются, поэтому они однозначно распознаются всеми остальными элементами системы.

Уже в ближайшие годы собираются выводить автономные автомобили на дороги общего пользования повсеместно, поэтому этот вопрос заслуживает пристального внимания.

Список литературы

1. Комаров В.В., Гараган С.А. Архитектура и стандартизация телематических и интеллектуальных транспортных систем. Зарубежный опыт и отечественная практика // М. : НТБ «Энергия». 2012. С. 8–22.

2. Комаров В.В., Гараган С.А. Интеллектуальные задачи телематических транспортных систем и интеллектуальная транспортная система // T-Comm – Телекоммуникации и Транспорт. 2012. № 4. С. 34–38.

3. ISO/TC 204/ 15638-1. Intelligent transport systems – Framework for cooperative telematics applications for regulated commercial freight vehicles (TARV) – Part 1: Framework and architecture. 2011. P. 1–15.

4. ITS Strategy in Japan. Report of the ITS Strategy Committee ITS Japan. Summary version. ITS Strategy Committee, 2003. P. 3–28.

5. ISO 17572-1 Intelligent transport systems (ITS) – Location referencing for geographic databases, 2008. P. 4–7.

6. ITS Standardization Activities in Japan 2018. Society of automotive Engineers in Japan, Inc. 2018. P. 13.

УДК 681.51

СЛОЖНЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ СИСТЕМЫ В РАЗВИТИИ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ РОССИИ

Власова Татьяна Владимировна *– старший преподаватель кафедры пожарной безопасности зданий и автоматизированных систем пожаротушения*
ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Аннотация. статья посвящена проблеме развития транспорта России. Рассмотрена структура сложных производственных систем и их степень участие в развитии транспортной инфраструктуры. Проведен анализ использования потенциала оборонно-промышленного комплекса в интересах производства продукции гражданской назначения и транспортных средств.

Ключевые слова: сложные производственные системы, транспортная инфраструктура, транспорт, оборонно-промышленный комплекс, продукция гражданского назначения.

COMPLEX PRODUCTION SYSTEMS IN THE DEVELOPMENT OF TRANSPORT INFRASTRUCTURE IN RUSSIA

Vlasova Tatiana V. – senior lecturer of the Department fire safety of buildings and automated fire extinguishing system
Saint Petersburg state University fire service of EMERCOM of Russia

Abstract. The article is devoted to the problem of transport development in Russia. The structure of complex production systems and their degree of participation in the development of transport infrastructure are considered. The analysis of the use of the potential of the military-industrial complex for the production of civilian products and vehicles.

Keywords: complex production systems, transport infrastructure, transport, military-industrial complex, civil products

В разработке современных технических средств, внедрении инновационных технологий развития транспортной инфраструктуры участвуют российские высокотехнологические предприятия, относящиеся к сложным производственным системам (СПС), среди которых судостроительные и авиационные Корпорации, Концерны и другие предприятия.

Наглядной иллюстрацией участия сложных производственных систем в развитии транспортной инфраструктуры Арктической зоны является спуск на воду на ООО "Балтийский завод - судостроение" в Санкт-Петербурге в июне 2016 года головного универсального атомного ледокола "Арктика" [1].

В связи со сложностью и уникальностью работ (перечень работ включает: разработку технической документации, строительство ледокола; обеспечение всем необходимым снаряжением; спуск на воду; швартовные, ходовые и ледовые испытания; сдачу готового судна государственной приемной комиссии) в создании ледокола был задействован целый ряд высокотехнологичных производственных систем.

Технический проект атомохода ЛК-60 проекта 22220 был разработан ОАО ЦКБ «Айсберг», «Завод «Киров-Энергомаш» проводил разработку, изготовление и поставку паротурбинной установки. Испытанием и поставкой системы электродвижения занимался филиал Крыловского центра – «ЦНИИ СЭТ», судовая арматура поставлена ОАО «Армалит-1». ОАО «ОКБМ Африкантов» осуществил поставку парогенераторов для реакторной установки РИТМ-200. АО «Центр судоремонта «Звездочка» поставил лопасти гребных винтов ледокола. ОАО «ЗИО-Подольск» поставил основное оборудование реакторной установки (РУ) «РИТМ-200» [2–4].

Сегодня развитие транспорта возможно при благоприятной экономической ситуации в стране, и обеспечение экономического роста государства многие специалисты связывают с реализацией научно-технического и технологического потенциала оборонно-промышленного комплекса (ОПК), отмечая, значительную роль ОПК в системном развитии России.

ОАО «Концерн ПВО "Алмаз-Антей" входит в структуру российского ОПК и является одним из примеров функционирования СПС, которое располагает полным набором технологий, необходимых для производства, модернизации, сервисного обслуживания и утилизации большой номенклатуры продукции военного, двойного и гражданского назначения (ПДН, ПГН). Среди военной продукции – зенитные ракетные комплексы и системы большой, малой и средней дальности, радиолокационные средства различного назначения [5].

Для выполнения поставленных задач по переоснащению российской армии новейшими системами ПВО–ПРО Концерн проводит модернизацию [6].

Рисунок 1 – Продукция военного назначения ОАО «Концерн ПВО «Алмаз–Антей»

Освоение программы модернизации предприятиями ОПК создает возможность для развития внутреннего рынка и производства продукции двойного и гражданской назначения.

В номенклатуре основной продукции гражданского назначения ОАО «Концерн ПВО «Алмаз – Антей» значительное место занимает оборудование для транспорта и подъемно-транспортное оборудование.

Рисунок 2 – Вилочные погрузчики с электрическим приводом серии МР20

Рисунок 3 – Платформенная тележка с электрическим ЭТ-2054 приводом

Рисунок 4 – Электрические погрузчики ЭП *Рисунок 5 – Кресла для пас. ж. вагонов*

Сложные производственные системы – «Объединенная авиастроительная корпорация» (ПАО «ОАК») и Акционерное общество «Объединенная судостроительная корпорация» (АО «ОСК») созданы Указом Президента РФ.

Целью ПАО «ОАК» является сохранение и развитие научно-производственного потенциала авиастроительного комплекса Российской Федерации и реализация перспективных программ создания авиационной техники.

Кроме военной (комплексы фронтовой авиации, дальней авиации, палубной авиации и учебно-боевых самолетов), специального назначения (самолеты-амфибии Бе-200), гражданской (дальнемагистральные самолеты Ил-96-300/400, среднемагистральные МС-21, Ту-204) и ближнемагистральные Superjet-100, Ан-148) авиации Корпорация производит транспортные средства – сверхтяжелые самолеты Ил-96-400Т, тяжелые Ил-76, средние Ту-204С и легкие Ил-112 [7].

Крупнейшей судостроительной компанией России является «Объединенная судостроительная корпорация» в ее состав входит 40 проектно-конструкторских бюро и специализированных научно-исследовательских центров, верфей, судоремонтных и машиностроительных предприятий, на базе которых консолидирована большая часть отечественного судостроительного комплекса.

Большинство военных кораблей, строящихся по заказам военно-морского флота России разрабатываются в конструкторских бюро ОСК [8].

Успешно выполняя задачи государственного оборонного заказа для вмф россии корпорация строит и современный транспортный флот. обеспечение отечественных компаний ледоколами, транспортными, научно-исследовательскими, аварийно-спасательными и вспомогательными судами – цель корпорации в гражданском судостроении.

Рисунок 6 – проект 636 многоцелевой фрегат "club-s" *Рисунок 7 – проект 22356 подводная лодка с ракетным комплексом*

На рисунках 8 и 9 представлен транспорт (танкеры Среднетоннажные и крупнотоннажные нефтеналивные танкеры и танкеры для перевозки нефтепродуктов) служащие для перевозки сырой нефти и нефтепродуктов, и пассажирское судно на подводных крыльях (рис. 10) входящие в номенклатуру продукции Корпорации.

Рисунок 8 – нефтеналивной танкер

Рисунок 9 – Перспектива дедвейт 1200 т танкер-бункеровщик

Рисунок 10 – Морское пассажирское судно на подводных крыльях

Резюмируя вышесказанное можно сделать вывод, что создание военной техники опирается на фундаментальные научные знания и разработки и являются результатом деятельности научно-исследовательских институтов, опытно-конструкторских бюро, промышленных предприятий. А научно-технические разработки образцов военной техники обладают и гражданским потенциалом.

Оборонно-промышленный комплекс при поддержке государства инициирует научно-техническое развитие, стремится интегрировать высокотехнологичное гражданское производство посредством модернизации сложных производственных систем (крупных предприятий и многопрофильных концернов и корпораций).

Модернизация необходима и гражданскому производству спс для увеличения доли гражданской продукции.

Приоритетными направлениями использования потенциала ОПК в интересах отраслей экономики страны являются развитие авиа- и судостроения. И сегодня положительные результаты взаимодействия ОПК с другими отраслями промышленности специалисты отмечают в авиа и судостроении, в освоении космоса, развитии транспорта.

Очевидно, что в современных условиях ОПК России, представленный сложными производственными системами, играет значительную роль в обеспечении развития страны и ее транспортной инфраструктуры.

Список литературы

1. Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации на период до 2020 года, утвержденная постановлением Правительства Российской Федерации от 21 апреля 2014 г. № 366.
2. ЗАО «Киров-Энергомаш» Александр Князев URL:http:// kzgroup.ru/ (дата обращения 7.09.2018).
3. URL http://krylov-center.ru/rus/ (дата обращения 3.09.2018).
4. Минкин Д.Ю., Власова Т.В. Сложные производственные системы в технологическом обеспечении развития Арктической зоны Российской Федерации // Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы»: материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции, 29 сентября 2016 г. СПб УГПС МЧС России. СПб. 2016. С. 106–108.
5. ПВО «Алмаз–Антей» URL: https://almaz-antey.defence.ru/profile//(дата обращения 05.10.2018).
6. Концерн ПВО «Алмаз–Антей» приступил к строительству двух заводов на основе опережающих технологий. URL: http://dokx.ru/koncern_pvo_quot_almaz_antej_quot_pristupil_k_stroitelstvu_dvukh_zavodov_na_osnove_operezhajushhikh_tekhnologij/(дата обращения 3.09.2018).
7. ПАО "ОАК" URL: http://www.uacrussia.ru/ru/ (дата обращения 3.09.2018).
8. АО "ОСК" URL :http://www.aoosk.ru (дата обращения 12.10.2018).

УДК 004.58; 004.8

ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО МУЗЕЯ

Богданов Алексей Валентинович *– кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры пожарной безопасности зданий и автоматизированных систем пожаротушения*
ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России
Заместитель директора Государственного Эрмитажа

Егорова Анна Федоровна *– младший научный сотрудник лаборатории проблем организации транспортных систем*
ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко
Российской академии наук

Аннотация. В данной статье рассматривается один из подходов, который позволит повысить безопасность и качество обслуживания посетителей музеев. Предлагаемая система опирается на использование носимых электронных устройств, которые объединяют возможности распознавания изображений и локализации, в интересах автоматического предоставления пользователям знаний об экспонатах и их истории. Информация о локализации предоставляется с помощью технологии беспроводных сенсорных сетей. Система взаимодействует с облаком хранения мультимедийного контента, применяемого одновременно для обмена информацией, событиями и знаниями, в том числе и через социальные сети.

Ключевые слова: распознавание изображений, локализация изображений, беспроводные сенсорные сети, промежуточное программное обеспечение, интернет вещей, архитектура умного IoT музея.

INTELLECTUAL MUSEUM TECHNOLOGIES

Bogdanov Alexey V. – PhD in Tech.., Associate Professor, Professor of the Fire Safety Department of Buildings and Automated Fire Fighting Systems

St. Petersburg of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia; Deputy Director of the State Hermitage

Egorova Anna F. – Junior Researcher of Laboratory of the organization of transport systems

Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences

Abstract. This article discusses one of the approaches that will improve the safety and quality of service to museum visitors. The proposed system relies on the use of wearable electronic devices that combine image recognition and localization capabilities in the interests of automatically providing users with knowledge about the exhibits and their history. Localization information is provided using wireless sensor networks technology. The system interacts with the cloud storage of multimedia content, used simultaneously to share information, events and knowledge, including through social networks.

Keywords: image recognition, image localization, wireless sensor networks, middleware, Internet of things, architecture of the smart IoT museum.

Искусство и культура всегда играли важную роль в жизни людей. На протяжении столетий сотни музеев и художественных галерей сохранили наше разнообразное культурное наследие и служили важными источниками образования.

Музеи в настоящее время являются преимущественно инструментом развлечений, так же как театры или кинотеатры. Сегодня музеи и художественные галереи часто предоставляют посетителям бумажные буклеты или аудиогиды. Посещения в музеях иногда считаются скучными, потому что кураторам музеев не всегда удается привлечь внимание посетителей. В частности, трудно заранее определить лучший маршрут для каждого из посетителей, поскольку интересы каждого человека могут существенно различаться. Интересы взрослых отличаются от интересов детей, группы студентов от одного посетителя, случайного посетителя от любителя. Поэтому динамичная разработка интерактивных и персонализированных экскурсий в музеях является делом актуальным. В решении этой задачи значительный вклад может внести одна из самых современных информационных технологий, называемая «Интернетом вещей – Internet of Things (IoT)» в нашем случае «Интернетом музейных вещей». Технология IoT предполагает расширение Интернета до небольших и низкоуровневых устройств – «вещей», на основе которых реализуются новые интеллектуальные среды для предоставления пользователям новых умных услуг. Технология IoT позволяет создать для людей лучшую окружающую среду, в которой умные объекты окружающие нас знают, что нам нравится, что мы хотим и предоставляют нам умные контекстные услуги. Для достижения этих целей промышленный мир сосредоточен на встраивании маломощных и недорогих умных технологий в повседневные объекты, которые становятся умными объектами. К сожалению, эти объекты имеют определенные недостатки, такие как высокая гетерогенность. Это приводит к вертикальным программным решениям, что означает, что они ориентированы на конкретные контексты и только на определенные технологии. Гораздо удобней иметь системы, способные интегрировать гетерогенные технологии, которые позволят формировать будущую интеллектуальную среду, обеспечивая прозрачную функциональную совместимость между интеллектуальными устройствами. Этот горизонтальный подход позволит быстро и эффективно развивать услуги и приложения, поскольку разработчики больше не должны будут беспокоиться о деталях низкого уровня.

Архитектура умных сред. Еще один важный вопрос, связанный с умной средой, касается её способности развиваться, как автономная система с минимальным вмешательством человека. Хотя взаимодействие между пользователями и физическими устройствами по-прежнему важно (например, по соображениям безопасности), способность среды автоматически реагировать на некоторые события делает еще более привлекательной и более сложной. Другими словами, переход от парадигмы взаимодействия человека и машины (H2M) к парадигме взаимодействия «машина-машина» (M2M) способен привести к улучшению процессов самообучения умных сред. Для решения этой задачи несколько

приложений (служб) должны постоянно управлять взаимодействием между физическими устройствами в соответствии с предопределенной логикой. В нашем случае, речь идет о том, чтобы построить систему поддерживающую службы определения местоположения, то есть приложения, управляющие информацией о местоположении, о движении пользователей в музейной среде. В нашем случае рассматриваются музейные носимые устройства, взаимодействующие с интеллектуальной средой на основе IoT, которые смогут выполнять функции музейных гидов, и охраны, обеспечивая безопасный интерактивный культурный процесс. Вся система становится генератором событий, которые могут быть использованы для улучшения пользовательского интерфейса. Например, когда пользователь находится перед художественным произведением, то некоторые детали его, такие как название, художник, исторический контекст, могут быть легко предоставлены в автоматическом режиме. Предоставляемая информация может относиться не только к конкретным произведениям искусства, но и к деталям интерьера или ко всему помещению. Таким образом, культурный контент может быть отправлен индивидуально, конкретному пользователю. Кроме того, пользователь сможет хранить звуковые комментарии о неподдельных чувствах, чтобы иметь возможность, позднее, снова их переживать. Культурным опытом можно также поделиться в социальных сетях, автоматически публикуя информацию о том, какое произведение вызывает восхищение. Наконец, что не маловажно, информация, собранная об окружающей среде, может также быть использована для управления всеми музейными объектами в реальном масштабе времени как обслуживающим персоналом, так и музейными роботами. Например, количество пользователей в разное время дня может быть использовано для реорганизации времени открытия и закрытия музея или его экспозиций, также имеется возможность знать наиболее посещаемые помещения музея и использовать эти знания для планирования их работы и обслуживания.

Для реализации этих функции, пользователь оснащается устройством, способным записывать видео изображения и звуки, обеспечивающим определение местоположения, все полученные устройством данные направляются в обрабатывающий центр. Таким образом, носимое устройство выполняет две основные задачи: оно непрерывно отслеживает пользователя, используя инфраструктуру беспроводных сенсорных сетей (БСС), и распознает произведение искусства находящееся перед пользователем. Собранная музейным гаджетом информация отправляется в центр обработки, а затем используются службами определения местоположения, которые отвечают за реализацию всех других функций системы. В частности, они (i) предоставляют посетителям культурный контент, (ii) сообщают полезную информацию внешним пользователям (iii) взаимодействуют с гетерогенными технологиями, которые контролируют состояние окружающей среды (например, система автоматизации зданий, которая управляет освещением, терморегуляцией и охраной музея). Для выполнения необходимых задач используются многопротокольное промежуточное программное обеспечение, которое предоставляет прозрачный доступ к гетерогенным технологиям IoT, скрывая детали связей, осуществляемых на низком уровне. Это промежуточное программное обеспечение предназначено для последующего внедрения новых технологий, а также для повышения гибкости и масштабируемости. Что касается распознавания изображений, то рассматривается метод распознавания художественных произведений, который позволяет автоматически формировать для посетителей автоматическое описание объекта. Предлагаемый подход позволяет обеспечивать быстрое изменение освещенности, скорости движения камеры и наличия теней. Локальные признаки извлекаются из входного кадра и сравниваются с целевой моделью объекта в базе данных.

Использование новых технологий, основанных на IoT, для создания интеллектуальных сред, способных прогнозировать желания пользователей – это общая тенденция характерная для самых разных областей применения. Вместе с тем эти технологии еще не нашли широкого распространения в культурной среде, где инновационный процесс происходит гораздо медленнее.

Главная цель данной работы является разработка умной среды, в которой «музейные вещи» могут взаимодействовать с посетителем и делать это индивидуально. Это означает,

что каждый пользователь может получать различную информацию, основанную на его конкретном личном контекстном профиле. Кроме того, для улучшения взаимодействия оно должно быть полностью автоматическим, т. е. без каких-либо явных действий пользователя.

Интеграция возможностей распознавания изображений с недорогой инфраструктурой локализации позволяет достичь желаемых целей. Кроме того, имеется возможность привлечения облачных сервисов, таких как социальные сети, для обмена опытом в области культуры, может стать мощным движущим фактором для вовлечения молодежи в мир культуры.

Архитектура умного IoT музея. На рисунке 1 представлена общая архитектуры системы. Она состоит из трех основных модулей:

Служба локализации: функции локализации распределяется между носимым устройством и обрабатывающим центром. Первый определяет местоположение пользователя и передает его в центр обработки. Здесь информация о локализации сохраняется и предоставляется другим службам. Информация также используется локально (на носимом устройстве) для ускорения алгоритма обработки изображений.

Центр обработки изображений: обеспечивает обнаружение произведения наблюдаемые пользователем в режиме реального времени. Он может быстро анализировать видеофрагменты, захваченные носимым видео устройством, и идентифицировать целевой объект с высокой точностью и надежностью.

Процессный центр: реализует логические функции. Получает доступ к облаку, где содержится контент, требуемый пользователями, и обеспечивает им несколько интерактивных платформ. Кроме того, он позволяет выполнять несколько функций, ориентирования и местоположения. Эти сервисы позволяют погружать пользователей, в реально – интерактивную среду, контролируемую через многопротокольное промежуточное ПО. Более того, они позволяют посетителям сохранять свои воспоминания, взаимодействуя с внешним миром, и, наконец, они также поддерживают управление музеем.

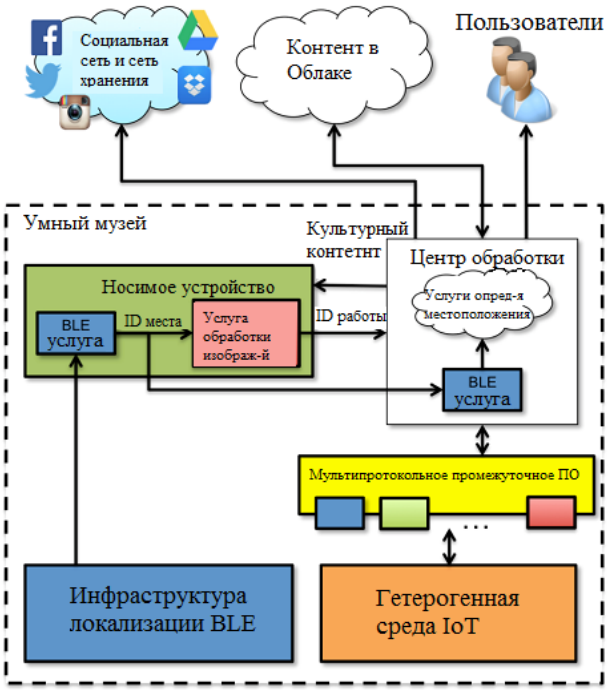


Рисунок 1 – Архитектура IoT музея

А. Внутренняя локализация. Как было отмечено ранее, службы локализации поддерживают несколько функций системы [1–6]. Служба локализации состоит из трех основных элементов: (i) инфраструктуры беспроводных ориентиров, которая периодически отправляет информацию о локализации, (ii) службы, установленной на носимом смарт-

шлюзе, который собирает информацию об ориентирах для определения своего местоположения и (iii) услуги, предоставляющей местоположение пользователя обрабатывающему центру, который передает его другим службам. В частности, сеть беспроводных ориентиров состоит из встроенных устройств, оснащенных интерфейсом беспроводной сенсорной сети (БСС) и размещенных в разных комнатах здания точек доступа к БСС. Выбор БСС объясняется главным образом низким потреблением энергии и применением независимых само возобновляемых источников электроэнергии. Таким образом, беспроводная система ориентирования может питаться от аккумуляторов, заряжаемых от солнечных батарей, что делает механизм локализации более гибким и менее инвазивным. Каждое устройство инфраструктуры БСС отправляет электронную метку идентификации местоположения (ID) вместе со значением принимаемой мощности передачи (TX). Алгоритм, исполняемый на носимом устройстве пользователя, собирает данные о местоположении со всех ориентиров в пределах диапазона прослушивания, а затем определяет комнату, в которой он находится. Для этого он вычисляет индекс близости d для каждого ориентира, используя соответствующее значение мощности принимаемого сигнала (RSSI). Вычислительная формула имеет следующий вид:

$$RSSI = -(10n\log10d + A) \quad (1)$$

где A – уровень принимаемого сигнала на расстоянии 1 м, n – постоянная распространения сигнала, в основном зависящая от окружающей среды, d – расстояние от отправителя [1, 7]. Ориентир, который имеет наименьшее значение d, представляет текущее местоположение пользователя. Эта информация имеет двоякую функцию: (i) она используется локально для ускорения алгоритма обработки изображений и (ii) она отправляется в обрабатывающий центр, что делает ее доступной для любой другой услуги.

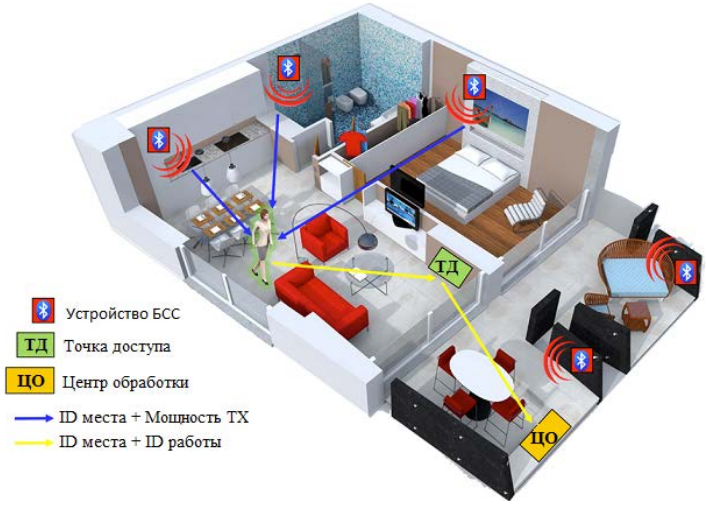


Рисунок 2 – Основные этапы процесса локализации пользователя

B. Распознавание произведений. Перед проведением распознавания художественного произведения необходимо делать предварительную обработку изображения. Типичная проблема видеокамеры заключается в том, что она может двигаться слишком быстро. Это приводит к формированию его размытости, что в свою очередь приводит к низкому качеству изображения. Таким образом, удаление размытых кадров из обработки не только позволяет улучшить качество, но и мешает системе предоставлять пользовательскую информацию, которая его не интересует.

Предварительная обработка осуществляется на этапе анализа величины градиента. В частности, на основе применения уравнения, которое позволяет вычислить и распознать степень размытия в кадре f:

$$Blur(f,\theta_B)=\sum_I\sqrt{\nabla S_x^2(f)+\nabla S_y^2(f)} \quad (2)$$

где $\nabla S_x(f)$ и $\nabla S_y(f)$ являются x и y компонентами градиента Собеля в кадре. Порог θ_B, полученный путем вычисления среднего значения градиента в последовательности, используется для сброса кадров с чрезмерно размытым движением. После определения кадра, который удовлетворяет уравнению 2, запускается процесс распознавания. Чтобы соответствовать оформленной обложке и ее аналогу в базе данных музея, извлекаются локальные дескрипторы масштабирования объектов (SIFT) [8].

Предварительное моделирование показывает, что этап обнаружения, основанный на выборку ключевых точек только из рисунка, не может обеспечить удовлетворительных результатов, поскольку обнаружение, основанное на локальном внешнем виде, может часто приводить к множеству ложных срабатываний (на окнах, дверях и т. д.).

Поэтому ключевые точки отбираются на всем изображении и для этого вводится второй шаг – определение порогового значения для распознавания кадров, содержащих фреймы, в которых ключевые точки отражены в архитектурных деталях. Порог θ_Dопределяется по соотношению между совпадениями, которые были определены на предыдущем шаге обрезки (RANSAC и θ_S, K_R и K_{θ_S}) и количеством ключевых точек в текущем кадре, так что набор принятых кадров будет:

$$F_a = \{ f \mid (K_R + K_{\theta_S})/K_0 > \theta_D\} \quad (3)$$

Регулировка этого порога позволяет сделать метод более устойчивым к шумам и искажениям. Использование, при этом, информации о местоположении, позволяет значительно снизить вычислительные требования к процессам сопоставления и повысить их точность. Текущий кадр сравнивается с шаблонами произведений, которые располагаются в помещении, в котором в текущий момент находится пользователь. Стоит отметить, что алгоритм распознавания изображений также направлен на существенное сохранение энергии носимого устройства. Действительно, с одной стороны, технология БСС требует очень низкой мощности сигнала обеспечивающего связь, а с другой стороны, позволяет экономить затрачиваемые вычислительных ресурсы, что также дополнительно снижает энергопотребление. Особенности метода распознавания музейных изображений представлена на рисунке 3.

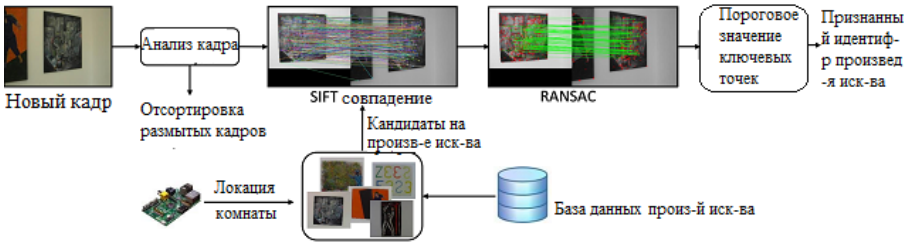


Рисунок 3 – Особенности реализации метода распознавания изображения предметов живописи

В результат, работы алгоритма обработки изображения, формируется уникальный идентификатор наблюдаемого изображения, который представляет собой ключевую информацию для доступа к желаемому культурному контенту. Носимое устройство отправляет эту информацию в центр обработки через локальную сеть WiFi. В последующем, интерпретация идентификатора произведения в центре обработки может привести к двум действиям:

1. Звуковому описанию конкретного произведения искусства на носимом устройстве пользователя;

2. Мультимедийное отображение контента на интерактивных стенах музея.

В первом случае приложение аудио потокового сервера предоставляет заинтересованным посетителям аудиозапись, связанную с наблюдаемым изображением. Во втором случае сервер обработки использует проводные локальные сети для отправки мультимедийного контента на интерактивные дисплеи и экраны в музее, при этом одна и та же культурная информация одновременно доступна группе посетителей. Процессный центр принимает решение в зависимости от результата работы порогового алгоритма, который постоянно контролирует количество посетителей, просматривающих одно и те же произведение искусства. При этом, когда количество посетителей ниже заданного порога, алгоритм сходится к первой альтернативе. Если обнаруживается большая группа посетителей, рассматривающих одно и то же произведение, алгоритм сходится ко второй альтернативе. Стоит отметить, что предоставление информации и мультимедийного контента, каждому посетителю, возможно, но является дорогостоящим процессом как с точки зрения вычислительных ресурсов, так и с точки зрения занимаемыз объемов памяти. По этой причине структура облака (Cloud), должна формироваться таким образом, чтобы наилучшим образом соответствовать политикам предоставления услуг. В частности, в рассматриваемой системе Cloud осуществляет взаимодействие с процессинговым центром, в процессе предоставления пользователям культурного контента. Кроме того Облако также используется для предоставления пользователям еще двух услуг. Первая позволяет каждому посетителю хранить звуковые комментарии в хранилище Облака, и предоставляет возможность повторного их прослушивания. Для решения этой задачи носимое устройство посетителя оснащено микрофоном и связано с учетной записью пользователя в Облаке. Для этого, когда пользователю предоставляется носимое устройство, выполняется процедура быстрого профилирования, чтобы связать устройство с пользователем и создать учетную запись в Облаке для хранения голосовых комментариев, которые он генерирует во время посещения музея.

Вторая облачная услуга касается социальной активности посетителя музея. Если ему разрешается доступ к его страничке в социальной сети, то каждое интересное событие, вызванное окружающей средой, автоматически выкладывается в социальные сети пользователя. В частности для осуществления обмена событиями с Facebook, могут использоваться API-интерфейсы Facebook Graph [9], которые позволяют управлять сообщениями (например, отправлять сообщения, удалять, обновлять и т. д.) через учетную запись Facebook. То есть, когда интересующее пользователя событие обнаруживается в музейной среде, приложение, работающее на носимом устройстве, аутентифицирует пользователя на Facebook, используя стандарт проверки подлинности OAuth 2.0 [10], а затем делится этим событием через API-интерфейсы Graph.

Наконец, архитектура позволяет формировать в Облаке еще ряд полезных услуг, начиная от предоставления статистической информации о занятости музея и заканчивая формированием моделей поведения пользователей. Действительно, использование информации о локализации, эти службы всегда знают, сколько посетителей движется в музее и где они находятся. Кроме того того, информация, предоставленная облаком, также может быть использована для планирования частичных ремонтных работ или для реорганизации внутренних помещений.

C. Механизм взаимодействия IoT с окружающей средой. Одной из основных задач служб, работающих в центре обработки, является адаптация состояния среды в соответствии с информацией, поступающей от службы локализации. Иными словами, использование технологии IoT-aware, позволяет осуществлять изменение среды в режиме реального времени, для предоставления пользователю интерактивного взаимодействия с экспонатами музея. Например, предположим, что в музее есть специальное помещение, где исторические события дополняются механической анимацией, управляемой несколькими IoT. Чтобы максимизировать эффект использования этой анимации, система может активировать ее

только тогда, когда количество посетителей в комнате превышает определенный порог. Точно так же можно управлять освещением, температурой и другими физическими характеристиками помещения, чтобы автоматически выполнять специальные эффекты, характерные для 4D-анимации. Очевидно, что технологии IoT, способные поддерживать необходимые функции, могут быть неоднородными, поскольку они часто строятся по различным стандартам и протоколам. Для того чтобы эффективно взаимодействовать с разнородными IoT устройствами обрабатывающий центр может применять многопротокольное промежуточное программное обеспечение, которое обеспечивает прозрачный доступ к гетерогенным устройствам, скрывая детали связи низкого уровня.

Фактически, промежуточное программное обеспечение оснащено разными адаптерами, которые позволяют взаимодействовать с устройствами конкретных прикладных процессов (CoAP), KNX и BLE (рис. 4).

При данном подходе, любая другая технология IoT может быть легко интегрирована в систему.

Рисунок 4 – Структура взаимодействия IoT с многопротокольным промежуточным ПО

Предложен сценарий интеллектуализации музейной архитектуры, основанный на применении современных беспроводных технологий, технологий определения внутреннего местоположения посетителей (и обслуживающего персонала), технологий распознавания образов и обработки больших данных. Рассмотренная система опирается на применение носимых устройств, оснащенных функциями распознавания изображений и локализации, обеспечивающее автоматическое предоставление пользователям культурного контента, связанного с рассматриваемыми музейными экспонатами. Кроме того, предложенные технологии построения интеллектуального музея открывают широкие возможности для повышения качества функционирования музеев и повышения эффективности системы защиты музейных ценностей.

Список литературы

1. M.A. Fischler, and R. C. Bolles. "Random sample consensus: a paradigm for model fitting with applications to image analysis and automated cartography," Communications of the ACM, Vol. 24, no.6, 1981, pp. 381–395.

2. K.P. Subbu and N. Thomas, “Poster abstract: A location aware personalized smart control system,” in Proc. 13th International Symposium on Information Processing in Sensor Networks, Berlin, 2014, pp. 309–310.

3. J. Wang, C. Zixue, L. Jing, O. Yota, and Y. Zhou, “A location-aware lifestyle improvement system to save energy in smart home,” in Proc. 4th International Conference on Awareness Science and Technology, Seoul, Korea, 2012, pp. 109–114.

4. M.V. Moreno, J.L. Hernandez, and A.F. Skarmeta, “A New Location-Aware Authorization Mechanism for Indoor Environments,” in Proc. 28th International Conference on Advanced Information Networking and Applications, Victoria, 2014, pp. 791–796.

5. L. Mainetti, V. Mighali, and L. Patrono, “An IoT-based User-centric Ecosystem for Heterogeneous Smart Home Environments,” in Proc. 2015 IEEE International Conference on Communications, IEEE ICC 2015, London (UK), June 8–12, 2015.

6. L. Mainetti, V. Mighali, L. Patrono, “A Location-aware Architecture for Heterogeneous Building Automation Systems,“ in 14th IFIP/IEEE Symposium on Integrated Network and Service Management, IM 2015, Ottawa (Canada), May 11–15, 2015.

7. E. Lau and W.Y. Chung, “Enhanced RSSI-Based Real-Time User Location Tracking System for Indoor and Outdoor Environments,” in Proc. Enhanced RSSI-Based Real-Time User Location Tracking System for Indoor and Outdoor Environments Convergence Information Technology, Gyeongju, 2007, pp. 1213 – 1218.

8. D. G. Lowe, "Object recognition from local scale-invariant features," in Proc. of the seventh IEEE international conference on computer vision. Kerkyra, 1999, Vol. 2., pp. 1150–1157.

9. “Facebook Graph APIs”. Internet: https://developers.facebook.com/docs/graph-api/reference/ [June, 2015].

10. D. Hardt, “The OAuth 2.0 Authorization Framework”, RFC 6749, October 2012.

УДК 378.046.4

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ ПЕРСОНАЛА СЛУЖБЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ РАДИОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ И АВИАЦИОННОЙ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

Кудряков Сергей Алексеевич *– доктор технических наук, старший научный сотрудник, заведующий кафедрой радиоэлектронных систем*

Григорьев Сергей Васильевич *– кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры радиоэлектронных систем*

Ларчук Дмитрий Алексеевич *– магистрант Высшей школы аэронавигации*

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации

Аннотация. В статье проанализирована существующая система подготовки персонала службы эксплуатации радиотехнического оборудования и связи, а также производится анализ системы, предлагаемой Международной организацией гражданской авиации. Предлагаются методы гармонизации отечественной и международной систем подготовки персонала.

Ключевые слова: подготовка персонала, радиотехническое оборудование, безопасность полетов.

ANALYSIS OF THE TRAINING SYSTEM OF AIR TRAFFIC SAFETY ELECTRONICS PERSONNEL

Kudryakov Sergey A. – Doctor of Technical Sciences, head of the chair radio-electronic systems

Grigoriev Sergey V. – PhD in engineering, associate professor, chair radio- electronic systems

Larchuk Dmitri A. – graduate student of High school of aeronavigation

Saint-Petersburg state University of civil aviation

Abstract. The article analyzes the existing training system of air traffic safety electronics personnel, as well as the analysis of the system proposed by the International civil aviation organization. The methods of harmonization of domestic and international systems of personnel training are proposed.

Keywords: *personnel training, radio equipment flight safety.*

Служба эксплуатации радиотехнического оборудования и авиационной электросвязи (ЭРТОС) обеспечивает бесперебойную работу наземных средств радиотехнического обеспечения полетов (РТОП) и авиационной электросвязи. Радиотехническое обеспечение полетов воздушных судов и авиационная электросвязь предназначены для предоставления радиолокационной, радионавигационной информации и авиационной электросвязи пользователям воздушного пространства и организации обслуживания воздушного движения [1, 2].

На примере аэропорта «Пулково» главным инженером службы ЭРТОС Санкт-Петербургского Центра обслуживания воздушного движения (ОВД) Филиала «Аэронавигация Северо-Запада» утверждена организационная структура службы ЭРТОС.

Согласно данной инструкции каждый полёт воздушного судна осуществляется под постоянным руководством и контролем службы движения. Управление и контроль полётов, связь диспетчера с экипажем была бы невозможна без службы ЭРТОС – эксплуатации радиотехнического оборудования и связи. Инженерно-технический состав службы ЭРТОС обеспечивает надежную эксплуатацию радиолокаторов, радиопеленгаторов, средств связи и т.д., что дает возможность диспетчеру службы движения контролировать полёты, определять местонахождение воздушных судов, видеть их высоту и т.д. Эти две службы являются самыми главными в структуре предприятия.

Главными задачами службы ЭРТОС являются [1]:

1) организация высококачественного и бесперебойного обеспечения полетов воздушных судов и производственной деятельности предприятия средствами РТОП и связи; замена устаревшего и выработавшего ресурс оборудования;

2) организация и осуществление технической эксплуатации, своевременного ремонта средств РТОП и связи;

3) совершенствование организации работы службы, повышение качества и надежности работы средств РТОП и связи, повышение квалификации и совершенствование специальных знаний личного состава.

Техническая эксплуатация – это совокупность взаимосвязанных по месту, времени и объему мероприятий, которые служат для обеспечения требуемого качества объектов РТОП и связи в процессе их хранения, транспортировки, установки, подготовки к оперативному применению, использования и ремонта.

В соответствии с этими задачами служба ЭРТОС совместно с другими подразделениями предприятия выполняет следующие основные функции [1]:

– осуществление перспективного, годового, месячного планирования по всем видам деятельности, относящейся к технической эксплуатации средств РТОП и связи, разработка и проведение мероприятий по совершенствованию технико-экономического планирования и управления качеством;

– обеспечение надежного функционирования объектов РТОП и связи, а также всех входящих в них средств;

– проведение наземных и летных проверок;

– техническое обслуживание объектов РТОП и связи, входящих в них средств;

– обеспечение своевременного ввода в эксплуатацию новых средств РТОП и связи;

– проведение работ по подготовке к сертификации объектов;

– организация текущего и планового ремонта средств РТОП и связи;

– организация и проведение доработок;

– продление срока службы (ресурса) средств РТОП;

– метрологическое обеспечение технической эксплуатации средств РТОП и связи;

– организация и проведение технической учебы, переподготовки и повышение квалификации, допуск к самостоятельной работе инженерно-технического персонала;

– организация и выполнение мероприятий по охране труда, пожарной безопасности на объектах РТОП и связи при эксплуатации средств РТОП и связи;

– проведение установленного учета и отчетности по службе ЭРТОС, анализа эксплуатационной надежности работы оборудования объектов (основное определение надежности основывается главным образом на понятиях теории вероятности).

Любая большая информационная система не может полностью работать в автоматическом режиме. Найдутся такие операции и в службе ЭРТОС, которые в силу своей специфики невозможно или слишком «дорого» автоматизировать. Чем больше таких операций, особенно в основной технологической цепочке работы информационной системы, тем более зависимой она становится от индивидуальных свойств человека [3].

Отметим ряд типичных характеристик человека, взаимодействующего с информационной системой, от которых зависит и его способность принимать решения в штатных и аварийных ситуациях [4, 5]: способность к адаптации; способность к утомлению; способность к отдыху; возможность совершения ошибки; способность принимать решения; способность запоминания информации; способность переносить информационную перегрузку; способность к обучению.

Для учета различных уровней подготовки слушателей и обеспечения стандартизации процесса обучения в глобальном масштабе его рекомендуется подразделить на следующие этапы [6, 7]:

Начальная подготовка – формирование базовых знаний и навыков по конкретной дисциплине, реализуемых в условиях эксплуатации систем CNS/ATM.

Квалификационная подготовка – формирование высокопрофессиональных знаний и навыков по конкретной дисциплине, реализуемых в условиях эксплуатации систем CNS/ATM. Определены различные функциональные задачи для пяти соответствующих профильных специальностей в области связи, навигации, наблюдения, обработки данных и источников электроснабжения.

Подготовка с целью получения квалификационной отметки о праве на обслуживание систем и оборудования (также используется термин «специальная подготовка»). Формирование знаний и навыков в области систем и оборудования, наличие которых обуславливает признание компетенции. Такая подготовка также включает в себя обучение на рабочем месте (OPM), в рамках которого в реальных условиях на практике применяются ранее приобретенные знания и навыки под надзором квалифицированного инструктора по обучению на рабочем месте (OJTI).

Подготовка для поддержания компетенции этот вид обучения персонала предусматривает расширение существующих знаний и навыков и/или на подготовку к использованию новых технологий. Он включает в себя курсы обновления знаний, обучение действиям в непредвиденных ситуациях и переходное обучение. Курсы обновления знаний и обучение действиям в непредвиденных ситуациях иногда называют «периодической подготовкой».

Курсы обновления знаний. Проводятся для пересмотра, подкрепления или усовершенствования существующих знаний и навыков, включая навыки коллективной работы.

Обучение действиям в непредвиденных ситуациях. Охватывает обучение действиям в аварийных и нештатных ситуациях и в условиях ухудшения работоспособности систем. В основном этот вид подготовки носит ориентированный на конкретный производственный объект характер, а при ее проведении могут использоваться результаты анализа инцидентов или авиационных происшествий.

Нештатные ситуации можно охарактеризовать следующим образом [5]:

– серьезные, неожиданные и зачастую опасные ситуации, требующие немедленного реагирования;

– ряд обстоятельств, которые систематически или часто не возникают. Существенным отличием от аварийной ситуации является то, что в нештатной ситуации необязательно возникает опасность или серьезный риск;

– результат отказа или нарушения функционирования системы.

Переходное обучение. Призвано обеспечивать персонал знаниями и навыками, соответствующими изменению характера работы (получение новой специальности или новых

квалификационных отметок типа), условий работы (введение новых процедур) или конструкции системы (модернизация или замена системы).

Подготовка для развития карьеры – обучение, обеспечивающее предоставление дополнительных знаний и навыков, необходимых при смене профиля работы, например, инспектор по проведению проверок в полете, специалист по системному контролю и управлению, инструктор по обучению, технолог по установке или проектированию систем или любой другой вид развития карьеры [8].

Проведенный анализ показал, что существующая в службах ЭРТОС система подготовки требует модернизации с целью гармонизации с международными нормами права (разработанными в том числе Международной организацией гражданской авиации). Разработка предложений по совершенствованию системы подготовки специалиста службы ЭРТОС является темой дальнейших исследований. проводимых в рамках магистерской диссертации.

Список литературы

1. Радиотехническое обеспечение полетов воздушных судов и авиационная электросвязь / С.А. Кудряков, В.К. Кульчицкий, Н.В. Поваренкин, В.В. Пономарев, Е.А. Рубцов, Е.В. Соболев, Б.А. Сушкевич. Санкт-Петербург: Свое Издательство, 2016. 287 с.

2. Об утверждении федеральных авиационных правил «Радиотехническое обеспечение полетов воздушных судов и авиационная электросвязь в гражданской авиации»: приказ Министерства транспорта РФ от 20 октября 2014 г. № 297. 86 с.

3. Маринов М.Л. Категория «человеческий фактор» как объект изучения различными направлениями науки // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2016: материалы Международной научно-практической конференции. СПб.: ИПТ РАН. Санкт-Петербург. 2016. Том 1. С.185–193.

4. Колесников А.А. Синергетические методы управления сложными системами: теория системного синтеза: монография. М.: УРСС. 2006. 240 с.

5. Дружинин В.Н. Структура психометрического интеллекта и прогноз индивидуальных достижений / В.Н. Дружинин // Интеллект и творчество: сб. науч. тр. / Под ред. А.Н. Воронина. М.: РАН, Ин-т психологии. 1999. С. 5–29.

6. Руководство по обучению. Часть Е-2. Персонал по электронным средствам для обеспечения безопасности воздушного движения (ATSEP). Doc. 7192 AN/857. ИКАО. Издание первое. 2011. 214 с.

7. Руководство по квалификационной системе подготовки и оценки персонала по электронным средствам для обеспечения безопасности воздушного движения. Doc.10057. ИКАО. 2017. 208 с.

8. Маринов М.Л. Методологическая концепция профессионально-ценностной оценки действий судоводителей на тренажерах // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2017: материалы Международной научно-практической конференции. СПб: ИПТ РАН. Санкт-Петербург. 2017. С. 275–279.

УДК 504.064

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ СБОРА, ДОКУМЕНТИРОВАНИЯ И ХРАНЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ СРЕДСТВ ОБЪЕКТИВНОГО КОНТРОЛЯ В НИЖНЕВАРТОВСКОМ ЦЕНТРЕ ОБСЛУЖИВАНИЯ ВОЗДУШНОГО ДВИЖЕНИЯ

Кудряков Сергей Алексеевич *– доктор технических наук, старший научный сотрудник, заведующий кафедрой радиоэлектронных систем*

Шестаков Сергей Алексеевич *– главный специалист Центра информационных технологий, старший преподаватель кафедры радиоэлектронных систем*

Малюгин Алексей Сергеевич *– магистрант Высшей школы аэронавигации*

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации

Аннотация. Производится краткий анализ существующей системы сбора, документирования и хранения материалов средств объективного контроля в Нижневартовском центре обслуживания воздушного движения. Приводятся недостатки существующей системы и дается рекомендация по созданию новой многоканальной системы регистрации на базе магнитофона «Гранит».

Ключевые слова: средства объективного контроля, система управления безопасностью полетов, магнитофон «Гранит».

MODERNIZATION OF THE SYSTEM OF COLLECTION, DOCUMENTATION AND PRESERVATION OF THE RECORDS OF MEANS OF OBJECTIVE CONTROL IN THE NIZHNEVARTOVSK AIR TRAFFIC CONTROL CENTER

Kudryakov Sergey A. – doctor of technical Sciences, Head of the Chair "Radio- Electronic systems"

Shestakov Sergey A. – senior specialist of Information Technology Centre, senior lecturer, Chair "Radio- Electronic systems"

Malugin Alexey S. – graduate student of High School of Aeronavigation

Saint-Petersburg state University of civil aviation

Abstract. A brief analysis of the existing system of collection, documentation and storage of materials of objective control in Nizhnevartovsk air traffic control center. The article presents the shortcomings of the existing system and provides a recommendation for the introducing of a new multi-channel recording system based on the tape recorder "Granit".

Keywords: means of objective control, safety management system, tape recorder "Granit".

Средства объективного контроля (СОК) занимают особое место среди специальных технических средств обеспечения безопасности полетов в центрах обслуживания воздушного движения [1, 2].

Их использование позволяет решать следующие задачи [3–5]:

– выявлять нарушения требований нормативно-правовых документов, технологической и трудовой дисциплины персоналом по обслуживанию воздушного движения (ОВД) и службы эксплуатации радиотехнического оборудования и связи (ЭРТОС) оперативных органов единой системы организации воздушного движения (ЕС ОрВД) при аэронавигационном обслуживании ВС и профилактики этих нарушений до того, как они приведут к авиационным событиям. В методических целях при проведении технической учебы, для разбора и анализа ошибок, допущенных диспетчерским персоналом или должностными лицами, а также для подготовки и проведения показательных инструктажей (разборов) дежурных смен;

– определять причины и обстоятельства, произошедшие события, при расследованиях авиационных происшествий, инцидентов, нарушений порядка использования воздушного движения (ИВП), при внутренних служебных расследованиях, при анализах действий персонала ОВД;

– выявлять опасные факторы, угрожающие безопасности полетов,

– производить сбор данных о нарушениях воздушного законодательства, об отказах/ухудшении характеристик систем и оборудования связи, навигации, наблюдения и формирования отчетности по указанным данным;

– в целях контроля эффективности действующей системы управления безопасностью полетов (СУБП).

Совершенствование СОК идет по пути увеличения объема записываемой информации и точности ее регистрации, повышения быстродействия и качества средств обработки.

В Нижневартовском центре ОВД установлена многоканальная система регистрации звуковых сигналов и радиолокационной информации магнитофон «Гранит» (версия 4.5), с помощью которой документируются каналы фиксированной, подвижной и радиовещательной авиационной электросвязи, проведение инструктажей и разборов работы смен службы движения, радиолокационная информация. Информация документируется на два сервера.

Материалы документируются на жестком диске видеорегистратора Trassir DuoStation AnyIP32-16P. Резервного видеорегистратора и жесткого диска не предусмотрено. Данные GNSS документируются в центре сбора и мониторинга систем ЛККС-А-2000 и на жестких дисках серверов локальной контрольно-корректирующей станции ЛККС-А-2000.

Информация, поступающая от средств вещательного автоматического зависимого наблюдения (АЗН-В), документируется на двух серверах наземной приемной станции (НПС) «Сонар», расположенных на приемном радиоцентре.

Плановая информация и архив телеграфных сообщений хранится на одном сервере (в зависимости от коммутации канала AFTN) комплекса средств автоматизации планирования воздушного движения (КСА ПВД) «Планета».

Данные автоматической регистрации ПКС/КС хранятся в КСА УВД «Альфа» на серверах и рабочих местах диспетчеров.

Журнал пультовых операций и параметров работоспособности рабочих мест системы коммутации речевой связи (СКРС) «Мегафон» хранится в станции технического контроля и управления (СТКУ) СКРС «Мегафон».

Журнал параметров работоспособности и электронный журнал приема/сдачи дежурства рабочих мест КСА УВД «Альфа» хранится на местном пункте управления КСА УВД «Альфа».

Анализ сбора материалов СОК в Нижневартовском центе показал, что не все технические средства, осуществляющие сбор, документирование и хранение информации имеют резервирование. Согласно пункта 5 ФАП № 297 раздела Приложение № 7: «Документирование информации должно вестись непрерывно. Непрерывность документирования информации должна обеспечиваться за счет резервирования аппаратуры документирования и автоматического перехода на резерв» [6].

Материалы СОК, которые документируются с резервированием:

– каналы фиксированной, подвижной и радиовещательной авиационной электросвязи;

– ГГС абонентов СКРС «Мегафон»;

– РЛИ информация;

– Данные GNSS;

– Данные АЗН-В;

Материалы СОК, которые документируются без резервирования [3, 7]:

– Данные автоматической регистрации ПКС/КС;

– Данные журнала параметров работоспособности и данные электронного журнала приема/сдачи дежурства рабочих мест КСА УВД «Альфа»;

– Плановая информация и телеграфные сообщения по каналу AFTN;

– Данные журнала пультовых операций и параметров работоспособности рабочих мест СКРС «Мегафон».

Для решения существующей проблемы рекомендуется усовершенствование существующей многоканальной системы регистрации звуковых сигналов и радиолокационной информации магнитофон «Гранит» путем сбора всех материалов СОК, как показано на рисунке.

Рисунок – Функциональная схема усовершенствованной системы сбора материалов СОК

Предлагаемое решение позволит обеспечить резервирование важных данных объективного контроля, их систематизацию и обработку, и может применяться при местном управлении, а также при удаленном управлении, как на гражданских, так и на военных объектах [8].

Список литературы

1. Федеральные авиационные правила «Организация воздушного движения в Российской Федерации», утвержденные приказом Минтранса России от 25.11.2011 № 293 – 90 с.

2. Руководство по управлению безопасностью полетов. Doc. 9859 AN/474. ИКАО. Издание третье. 2013. 300 с.

3. Положение по использованию материалов и средств объективного контроля (СОК) при обслуживании воздушного движения и планировании использования воздушного пространства в филиале «Аэронавигация Севера Сибири» ФГУП «Госкорпорация по ОрВД» П-ГК-0801-027, утвержденного приказом филиала «Аэронавигация Севера Сибири» ФГУП «Госкорпорация по ОрВД» от 27.04.2018 № 234ОД. 62 с.

4. Ипполитов С.В., Кучевский В.Л., Юдин В.Т. Методы и средства объективного контроля: учеб. пособие. Воронеж: ВАИУ. 2011. 239 с.

5. Быстров С.А., Хуснетдинов И.С. Методы и средства объективного контроля: учеб. пособие. Воронеж: ВВИА. 2008. 226 с.

6. Об утверждении федеральных авиационных правил «Радиотехническое обеспечение полетов воздушных судов и авиационная электросвязь в гражданской авиации»: приказ Министерства транспорта РФ от 20 октября 2014 г. № 297. 86 с.

7. Радиотехническое обеспечение полетов воздушных судов и авиационная электросвязь // С.А. Кудряков, В.К. Кульчицкий, Н.В. Поваренкин, В.В. Пономарев, Е.А. Рубцов, Е.В. Соболев, Б.А. Сушкевич. Санкт-Петербург: Свое Издательство. 2016. 287 с.

8. Мамей С.А., Болгаров Н.И. Перспективы внедрения дистанционного диагностирования и контроля в вооруженные силы Российской Федерации // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2017: материалы Международной научно-практической конференции. СПб.: ИПТ РАН. Санкт-Петербург. 2017. С. 374–376.

УДК 625.1.5

ВОССТАНОВЛЕНИЕ БАЛЛАСТНОЙ ПРИЗМЫ

Ломов Валерий Алексеевич *– кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник 25 научно-исследовательского отдела (Исследование проблем применения железнодорожных войск)*

Клименко Александр Александрович *– оператор научной роты ВА МТО 25 научно-исследовательского отдела (Исследований проблем применения железнодорожных войск)*

Каминнык Олег Александрович *– оператор научной роты ВА МТО 25 научно-исследовательского отдела (Исследований проблем применения железнодорожных войск)*

Научно-исследовательский институт военно-системных исследований МТО ВС РФ
ФГКВОУ ВО Военная академия материально-технического обеспечения
имени генерала армии А.В. Хрулёва

Аннотация. В работе дана оценка возможного применения местных грунтов, для временного восстановления балластной призмы и оценка влияния формы зерна щебня на его прочностные свойства: удельное зацепление и угол внутреннего трения. Новизна работы состоит в возможности использовании глинистых грунтов в качестве балластной призмы, а также в определении соотношения нового и очищенного щебня при глубокой очистке балластной призмы.

Ключевые слова: балластная призма, щебень, местные грунты, удельное зацепление щебня, угол внутреннего трения щебня, смесь из нового и очищенного щебня.

TEMPORARY RECOVERY BALLAST SECTION

Lomov Valery Al. – candidate of technical sciences, senior researcher 25th research department (research on the use of railway troops)

Klimenko Aleksandr Al. – operator 10th scientific company MAL 25 scientific and research department (research on the use of railway troops)

Kaminnyk Oleg Al. – operator 10th scientific company MAL 25 scientific and research department (research on the use of railway troops)

Scientific and research institute of Military-System Studies Logistics AFRF
Military Academy for Logistics General of the Army A.V. Khrulev

Abstract. The paper assesses the possible use of local soils for the temporary restoration of the ballast prism and assesses the impact of the shape of crushed stone grain on its strength properties: the specific engagement and the angle of internal friction. The novelty of the work consists in the possibility of using clay soils as a ballast prism, as well as in determining the ratio of new and purified crushed stone with deep cleaning of the ballast prism.

Keywords: ballast section, crushed stone, local soil, specific cohesion of ballast, internal friction angle of ballast, mixture of new and recycled ballast.

Одним из наиболее важных элементов определяющим провозную и пропускную способность железнодорожной линии является балластный слой. Он передает воздействие от поездной нагрузки и обеспечивает устойчивость пути. Для сооружения балластного слоя требуются специальные материалы. В качестве балласта на сегодняшний день применяется щебень, асбест, гравий, песок. Поиск новых эффективных способов возведения балластного слоя является важной задачей в особых условий, когда необходимых материалов на месте нет, а завоз их требует значительных затрат и времени. Особенно это важно при техногенных катастрофах, стихийных бедствиях, в военное время. В этих условиях сокращение времени открытия движения поездов позволит ускорить локализацию очага техногенной катастрофы или стихийного бедствия, обеспечить своевременную эвакуацию населения. Особенно важно это в военное время для обеспечения ведения военных действий необходимыми людскими и материально-техническими ресурсами. В вышеописанных ситуациях, при возобновления железнодорожного движения рациональными вариантами решения является сооружение балластного слоя из местных материалов и добавок. Пригодность таких материалов определяется установлением необходимых норм по сроку эксплуатации, несущей способности в зависимости от условий выполнения задачи. В зависимости от ситуации возможно, в том числе и применения, ранее использовавшийся на данном участке старого балласта из щебня, а также гравия.

Подтверждением возможности использования, особенно для временного восстановления, супесей, суглинков и глины твердой и жесткой консистенции, твердых отходов от промышленных производств являются проведенные расчеты математических моделей грунтов, выполненные в программном комплексе ГЕО 5.

Так по расчетам, положительные результаты получаются при использовании для возведения балластного слоя из супеси, суглинка и глины твердой и жесткой консистенции.

Все физико – механические свойства грунтов были взяты из базы программы ГЕО 5 и [1], поездная нагрузка на площадку балластной призмы равна 320 кПа [2]. Расчетная схема представлена на рисунке.

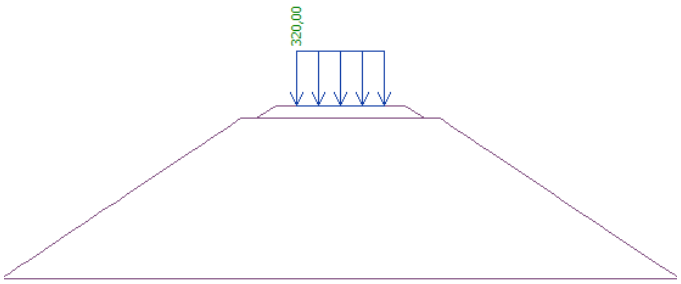


Рисунок – Расчетная схема испытания балластной призмы

По результатам расчета можно сделать вывод: супеси, суглинки и глины твердой и жесткой консистенции прошли расчет на устойчивость от действия поездной нагрузки, это говорит о том, что испытанные грунты пригодны для краткосрочного (временного) восстановления балластной призмы. При этом необходимо выполнить мероприятия по их защите от увлажнения, для предотвращения потери устойчивости грунта и морозного пучения в зимнее время. Для отвода воды рационально планировать поверхность балластной призмы, а также использовать водонепроницаемые материалы по их укрытию. При уплотнении грунта необходимо достичь коэффициента уплотнения не менее 0.98.

Для подтверждение возможности использования старого балласта, как для временного, так и капитального восстановления было проведено исследование оценки степени влияния окатанности зёрен щебня на прочностные характеристики балластной призмы.

В процессе эксплуатации балластной призмы из щебня происходит накопление загрязнителей в балластной призме в виде мелких частиц собственного дробления щебня [8], частиц сыпучих грузов, фракций пылевато-глинистых частиц земляного полотна, снижение

сил трения и зацепления, способствующее снижению несущей способности балластной призмы [3–6]. При многократной очистки старого балласта его зерна приобретают окатанную форму, что, как было описано выше, неблагоприятно влияет на его несущую способность.

Для проверки вышенаписанного необходимо определить влияние окатанности зёрен щебня на его прочностные свойства. Это будет достигаться путем обработки щебня в полочном барабане.

В настоящем исследовании изучены прочностные характеристики смесей нового и очищенного щебня, в соотношении по массе нового и очищенного щебня соответственно: 70% и 30%, 50% и 50%, 30% и 70%. В качестве очищенного балласта применялся гранитный щебень, прошедший истирание в полочном барабане при 200, 500 и 800 оборотах.

Исследования проводились на базе Петербургского государственного университета путей сообщений императора Александра I и выполнялось на базе кафедры строительства дорог транспортного комплекса.

В таблице приведены результаты определения прочностных характеристик смесей нового и очищенного щебня.

Таблица – Удельное сцепление и угол внутреннего трения смесей из нового и очищенного гранитного щебня II категории по ГОСТ 7392-2014 [7]

Прочностные характеристики	Класс очищенного щебня по окатанности								
	200 оборотов			500 оборотов			800 оборотов		
	Процентное соотношение в смеси нового (числитель) и очищенного (знаменатель) щебня, %								
	0/30	0/50	0/70	0/30	0/50	0/70	0/30	0/50	0/70
C, кПа	6	7	1	0	1	9	7	0	
φ, град.	0,5	8,6	1,6	9,3	8,0	8,5	1,6	2,1	3,2

По результатам выполненных расчетов и исследований можно сделать следующие выводы.

1. Использование испытанных грунтов таких как, суглинок, супесь, глина полутвердой и жесткой консистенции и, уместно в качестве временного восстановления балластной призмы, необходимо предусмотреть технологию по их отсыпке и уплотнению, а также мероприятия по защите от влаги

2. Повышение степени окатанности зерен щебеночного балласта приводит к снижению прочностных свойств щебеночного балласта.

3. При использовании в смеси 70% очищенного щебня и 30 % нового удается обеспечить прочностные свойства щебеночного балласта близкие к нормативным значениям, установленным для нового щебня.

Список литературы

1. Колос А.Ф., Колос И.В. Земляное полотно железных дорог на слабых грунтах. Изд-во ПГУПС. 2016. С. 71.

2. Ашпиз Е.С. Железнодорожный путь.2013. 544 с.

3. Колос А., Конон А. Оценка несущей способности железнодорожного балласта и подбалластного основания под поездной нагрузкой 300 кН. Труды международной конференция «Проблемы инноваций в геотехнике». Астана. 5–7 августа 2016. Издательство: Роттердам: Балкема. 2016. С. 291–294.

4. Морозова А. Несущая способность подшпального основания железнодорожного пути на участках обращения поездов с осевыми нагрузками до 300 кН. Диссертация на соискание степени кандидата технических наук. СПб. ПГУПС. 2014. 184 с.

5. Колос А., Морозова А. Напряженное состояние земляного полотна и железнодорожного балластного слоя при повышенных нагрузках. Путь и путевое хозяйство. 2014. № 7. С. 13–14.

6. Колос А., Морозова А. Исследование распространения виброускорений частиц балластного слоя в условиях движения поездов с повышенными осевыми нагрузок // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2014. № 2 (39). С. 29–35.

7. ГОСТ 7392-2014. Щебень из плотных горных пород для балластного слоя железнодорожного пути.

8. Индраратна Б., Нимбалкар С. Последствия разрушения балласта для железнодорожного пути, основанного на численном моделировании: материалы XIII Международной конференции международной Ассоциации компьютерных методов, применяемых в геомеханике. Сидней. Австралия. 2011. С. 1085–1092.

УДК 656.13

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РАСЧЕТА ИНТЕНСИВНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ К ОБЪЕКТАМ ТЯГОТЕНИЯ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Бурков Дмитрий Германович *– соискатель кафедры транспортных систем*
ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Зедгенизов Антон Викторович *– кандидат технических наук, доцент кафедры нефтегазового дела*
ФГБОУ ВО Иркутский национальный исследовательский технический университет

Аннотация. В статье отражена проблематика транспортного обслуживания центров тяготения культурно-бытового назначения на урбанизированных территориях. Рассматривается математическая модель получения исходных данных для организации движения на прилегающей к объектам улично-дорожной сети, основанная на прогнозировании транспортного спроса. В основе оценки транспортного спроса лежат количественные характеристики объектов тяготения, а также параметры территориального позиционирования объекта. Разработанная модель оценки транспортного спроса к центрам тяготения культурно бытового назначения на основе параметров их расположения на городской территории, позволяет выполнять градостроительно-транспортные проекты КСОД и ПОД для крупных городов.

Ключевые слова: транспортный спрос, параметры территориального позиционирования, транспортное обслуживание, центр тяготения, организация дорожного движения, продолжительность паркирования, коэффициенты суточной неравномерности, генерация передвижений.

IMPROVEMENT OF THE MATHEMATICAL MODEL OF THE CALCULATION OF THE INTENSITY OF VEHICLES TO THE OBJECTS OF THE CURVE OF URBANIZED TERRITORIES

Burkov Dmitry G. – Applicant, Department of Transport Systems
St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering
Zedgenizov Anton V. – Ph.D., Associate Professor, Department of Oil and Gas

Abstract. The article reflects the problems of transport service centers of cultural and community facilities in urban areas. A mathematical model for obtaining initial data for the organization of traffic on the adjacent road-road network, based on the prediction of transport demand, is considered. The assessment of transport demand is based on the quantitative characteristics of the objects, as well as the parameters of the territorial positioning of the object. The developed model for estimating the transport demand for the centers of cultural and domestic purposes on the basis of the parameters of their location in the urban area allows us to carry out urban planning and transport projects for the KTP and the TOP for large cities.

Keywords: transport demand, parameters of territorial positioning, transport service, center of traffic, organization of traffic, duration of parking, coefficients of daily irregularity, generation of movements.

Интенсивное развитие городов РФ, связанное с ростом численности городского населения уровня автомобилизации и совершенствованием планировочных решений требует новых подходов к организации транспортного обслуживания посетителей центров тяготения [1]. Появление в последние десятилетия крупных торговых, развлекательных и досуговых центров, деловых зон и транспортных терминалов, создало совершенно новый класс центров тяготения с отличными от традиционных режимами транспортного обслуживания. Подавляющее большинство таких центров тяготения располагается в крупных городах, в которых на сегодняшний день проживает 45-50 % жителей РФ [2, 3].

Существующие подходы к организации транспортного обслуживания в современных условиях должны учитывать особенности функционирования центров тяготения на основе оценки транспортного спроса, процесс изучения которых связан со значительной трудоемкостью, при этом их актуальность, учитывая современные темпы развития городов, не превышает пяти лет. Использование существующих методик становится достаточно затруднительным в отношении новых типов центров тяготения, особенно центров тяготения культурно-бытового назначения (ЦТКБН). Кроме того, оценка транспортного спроса на основе существующих методик имеет высокую погрешность вследствие изменения принципов поведения и уклада жизни городского населения.

В последние десятилетия активно используется инструментарий для автоматизированного проектирования транспортных систем городов в целом, а также прогнозирования интенсивности транспортных потоков, в том числе и при выполнении проектов организации дорожного движения (ПОД), транспортных разделов генеральных планов городов, комплексных схем организации движения (КСОД) [4, 5]. Применение этого инструментария сдерживается отсутствием обоснованных результатов научных исследований, отражающих закономерности функционирования ЦТКБН полученных непосредственно в Российских условиях. В связи с этим, особую актуальность приобретает необходимость научных исследований, направленных на разработку эффективной организации дорожного движения, основанной на оценки транспортного спроса к ЦТКБН. К количественным характеристикам функционирования объектов тяготения относятся: удельная генерация передвижений; коэффициенты суточной неравномерности; средняя продолжительность паркирования; доля посетителей, прибывающих к объекту на ИТ; среднее наполнение ИТ.

Для обработки экспериментальных данных использовались специальные компьютерные приложения «Шаблон генерации» на основе «Microsoft Excel» (автор Зедгенизов А.В.) [3] и «Parkovka» на основе «Microsoft Access» (автор Левашев А.Г.) [6], разработанные в ИрНИТУ. Схема общего плана (рис.), позволяет выявить оптимальное число и расположение постов учета.

Учетчикам, фиксирующим транспортные потоки, необходимо располагаться в таких местах (постах), с которых будет отчетливо видно, регистрационный номер въезжающего/выезжающего автомобиля и наполнение салона, а также входящих и выходящих посетителей объекта.

В некоторых случаях ввиду значительного числа объектов исследования и ограниченного количества учетчиков, необходимо, чтобы с одного поста имелась возможность фиксировать транспортные и пешеходные потоки. ЦТКБН могут кардинально отличаться по занимаемой площади и режиму функционирования. Для некоторых объектов характерна сезонность, другие ориентированы на работу только в будние или только в выходные дни.

Для выявления статистической значимости параметров, влияющих на число передвижений, по типам объектов тяготения был проведен регрессионный анализ. В регрессионном анализе рассматривалось три основных параметра: площадь объекта, удаленность от объекта до магистральной улицы, расстояние от объекта до центра города. В результате выполненных исследований и последующего регрессионно-кореляционного анализа установлено влияние основных параметров расположения ЦТКБН на транспортный спрос населения с учетом особенностей городов РФ. Анализ укрупненных групп показал, что ЦТКБН, входящие эти группы могут значительно отличаться друг от друга по количественным характеристикам и режимам функционирования. Например, в укрупненную группу «Здравоохранение, спорт, культура, досуг» входят кинотеатры и бани/сауны, но при этом характер функционирования этих ЦТКБН отличается в значительной степени: среднее значение удельной генерации передвижений 0,12 и 0,017 чел./м2 соответственно; среднее значение продолжительности паркирования 76 и 94 мин. Уравнения регрессии, отражающие взаимосвязь транспортного спроса с параметрами городской территории можно установить на уровне типов ЦТКБН (табл.) [7].

Рисунок – План проведения исследования культурно-развлекательного центра «Звездный» г. Иркутска

Таблица – Уравнения регрессии для расчета числа передвижений

Тип объекта (код)	Уравнение	Доверительные интервалы
Кинотеатры (315)	$E = (3{,}32 \cdot S) - (48{,}09 \cdot l_M) - (3{,}36 \cdot l_C)$	$1149 \le \mathbf{S} \le 5046;\ 10 \le \mathbf{l_M} \le 172;\ 1115 \le \mathbf{l_C} \le 2480$
ФОКи (319)	$E = (0{,}07 \cdot S) - (0{,}49 \cdot l_M)$	$300 \le \mathbf{S} \le 5000;\ 50 \le \mathbf{l_M} \le 642$
Почта, телеграф (416)	$E = 493{,}87 - (1{,}73 \cdot S) - (0{,}31 \cdot l_M);$ $G = -0{,}84 + (0{,}002 \cdot S_p) + (0{,}24 \cdot P_d) + (0{,}04 \cdot \Delta_{tp})$	$70 \le \mathbf{S} \le 150;\ 50 \le \mathbf{l_M} \le 520;\ 167{,}57 \le \mathbf{S_p} \le 536{,}46;\ 0{,}41 \le \mathbf{P_d} \le 3{,}29;\ 17{,}72 \le \Delta_{tp} \le 66{,}55$
Продуктовые магазины (22)	$E = (1{,}23 \cdot S) + (0{,}01 \cdot l_C);$ $G = -1{,}49 + (0{,}23 \cdot \Delta_{tp}) + (0{,}0005 \cdot l_C)$	$32 \le \mathbf{S} \le 3500;\ 900 \le \mathbf{l_C} \le 7769;\ 17 \le \Delta_{tp} \le 51$
МТЦ (21)	$E = 0{,}73 \cdot S$	$270 \le \mathbf{S} \le 50879$
Аптеки (211)	$G = -2{,}46 + (0{,}37 \cdot C) + (0{,}101 \cdot \Delta_{tp}) + (0{,}04 \cdot N)$	$2 \le \mathbf{C} \le 12;\ 18 \le \Delta_{tp} \le 52;\ 1 \le \mathbf{N} \le 61$

** E – суточная генерация передвижений, чел./сут.; S – площадь объекта тяготения, м^2; l_M – удаленность объекта тяготения от магистральной улицы, м; l_C – удаленность объекта тяготения от центра города, м; G – удельная генерация передвижений, совершенных к объекту за рассматриваемый период (сутки), чел./м^2.; C – число конкурентов, ед.; N – число филиалов, ед.; Δt_P – среднее время передвижения, мин.; S_P – площадь парковки, м^2; P_d – пешеходная доступность остановочного пункта, мин.*

Совокупность количественных характеристик функционирования ЦТКБН и параметров их территориального позиционирования в результате преобразований может быть представлена в виде математической модели, позволяющей оценить транспортный спрос к

ЦТКБН на ИТ, что в свою очередь позволит оценить потребное число мест для паркирования и загрузку, прилегающей к объектам улично-дорожной сети (УДС) [8]:

$$N_{ИТ/час} = f(S, L_C, L_M) \cdot \frac{d_{ИТ}}{P_{ИТ}} \cdot k_{CH} \quad (7)$$

$$N_{G\,ИТ/час} = f(S_p, \Delta_{tp}, P_d, N, C) \cdot S \cdot \frac{d_{ИТ}}{P_{ИТ}} \cdot k_{CH} \quad (8)$$

где S – площадь объекта, м^2 L_M – удаленность объекта тяготения от магистральной улицы, м; L_C – удаленность объекта тяготения от центра города, м., S_P – площадь парковки, м^2; Δt_P – среднее время передвижения, мин..; P_d – пешеходная доступность остановочного пункта, мин.; N – число филиалов, ед.; C – число конкурентов, ед.

Представленные в модели параметры, за исключением площади объекта, применяются в таком сочетании впервые.

Разработанная математическая модель позволяет рассчитать интенсивности транспортных потоков, по параметрам расположения ЦТКБН на городской территории. Основным преимуществом модели является легкодоступные исходные данные, такие как площадь ЦТКБН его удаленность от центра города и магистральной улицы. При наличии данных о среднем времени передвижения к остановочному пункту, среднем времени подхода к остановочному пункту, площади парковки, числе филиалов и числе конкурентов в радиусе пешеходной доступности возможен расчет интенсивности транспортных потоков с более высокой точностью для объектов типа «Почта, телеграф», «Продуктовые магазины» и «Аптеки».

Список литературы

1. Горев А.Э. Развитие городских транспортных систем крупных городов // Транспорт Российской Федерации. 2016. № 6 (67). С. 50–53.

2. Солодкий А.И. Проблемы функционирования транспортной инфраструктуры крупных городов России и пути их решения (на примере Санкт-Петербурга) // Транспортное планирование и моделирование: сборник трудов международной научно-практической конференции. Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет; Ассоциация транспортных инженеров. 2016. С. 136–145.

3. Зедгенизов А.В. Выявление общей информации, способы обработки и группировки данных натурных исследований функционирования территорий центров массового тяготения на основе геоинформационных систем // Транспортные системы Сибири. Развитие транспортной системы как катализатор роста экономики государства: материалы Международной научно-практической конференции. 2016. С. 334–341.

4. Зырянов В.В., Кочерга В.Г., Поздняков М.Н. Современные подходы к разработке комплексных схем организации дорожного движения // Транспорт Российской Федерации. 2011. № 1 (32). С. 54–59.

5. Поздняков М.Н., Колесников В.С. Совершенствование транспортного обслуживания и организации движения на территории жилой застройки // Известия Волгоградского государственного технического университета. Серия: Наземные транспортные системы. 2014. Т. 8. № 3 (130). С. 82–86.

6. Левашев А.Г. Оценка спроса на паркирование на стоянках различных объектов массового обслуживания // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2013. № 11 (82). С. 211–216.

7. Бурков Д.Г., Зедгенизов А.В. Математическое описание транспортного спроса, создаваемого объектами культурно-бытовой направленности // Вестник ИрГТУ. 2016. Т. 20. № 12. С. 193–202.

8. Бурков Д.Г. Методика оценки транспортного спроса к объектам культурно-бытовой направленности на основе количественных характеристик территорий // Вестник ИрГТУ. 2017. Т. 21. № 1. С. 218–224.

УДК 004.94

О ПРИНЦИПАХ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ, СОСТОЯЩЕГО ИЗ НЕЗАВИСИМЫХ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ

Тимченко Вячеслав Сергеевич *– кандидат технических наук, специалист по транспортным перевозкам*

ООО "РТС"

Аннотация. Тенденция к усложнению разрабатываемых имитационных моделей вызвала необходимость поиска путей снижения времени на разработку и реализацию имитационных моделей сложных систем. В статье проанализированы принципы разработки программного комплекса имитационного моделирования, состоящего из независимых имитационных моделей. Дается анализ особенностей статического и динамического вариантов взаимодействия имитационных моделей.

Ключевые слова: программный комплекс, имитационное моделирование, независимые имитационные модели, технология повторного использования имитационных моделей, межплатформенный обмен результатами расчетов, архитектура распределенных систем, взаимодействие программных интерфейсов, уровни абстракции.

ABOUT THE PROGRAM COMPLEX DEVELOPMENT PRINCIPLES OF THE IMITATING MODELLING CONSISTING OF INDEPENDENT IMITATING MODELS

Timchenko Vyacheslav S. – Ph.D., Specialist in transport transportations

LLC RTS

Abstract. The tendency to complication of the developed imitating models caused the ways search necessity of decrease in time for development and realization of difficult systems imitating models. In article the principles of a program complex development of the imitating modeling consisting of independent imitating models are analyzed. The features analysis of static and dynamic options of imitating models interaction is given.

Keywords: program complex, imitating modeling, independent imitating models, imitating models reuse technology, cross-platform exchange of calculations results, architecture of the distributed systems, program interfaces interaction, abstraction levels.

На сегодняшний момент метод имитационного моделирования получил должное развитие в отечественной науке и практике применительно ко всем сферам человеческой деятельности [1–2].

Однако, чем сложнее моделируемая система, тем сложнее ее модель, что вызвало необходимость поиска путей снижения времени на разработку и реализацию имитационных моделей сложных систем.

Решение данной задачи в мировой практике разработок имитационных моделей связано с технологиями повторного использования имитационных моделей *(Simulation-oriented model reuse, SOMR*) [3], которые обеспечивают совместное использование и интеграцию существующих моделей различных разработчиков для повторного использования в процессе их взаимодействия в комплексных проектах работы сложных систем, состоящих из большого числа разнородных имитационных моделей. Рассмотрим два принципиальных варианта взаимодействия имитационных моделей:

1. Статический – на уровне данных, получаемых в результате прогона одной имитационной модели и используемых в качестве исходных данных для другой;

2. Динамический – параллельное моделирование в режиме online, на уровне взаимодействия программных интерфейсов [4], где учет событий и смена состояний объектов в обоих имитационных моделях происходит относительно единой оси модельного времени.

API (*application programming interface*) – набор готовых классов, процедур, функций, структур и констант, предоставляемых приложением или операционной системой для использования во внешних программных продуктах. Используется программистами при написании внешних приложений.

Стоит более подробно остановиться на имитационных моделях, состоящих из нескольких уровней абстракции с иерархической логикой моделирования. В частности, в имитационных моделях с двухуровневой логикой имитационного моделирования и откатом модельного времени к моменту нормального функционирования системы с момента технологического сбоя в системе. На верхнем уровне оперирование ведётся только с двумя базовыми событиями имитационной модели: поступление заявок в модель и удаление заявок из модели. Нижний уровень обеспечивает моделирование технологического процесса работы системы, в соответствии с заданным уровнем абстракции, обусловленной структурой системы, с учетом сложившегося состояния системы на момент поступления заявки на вход имитационной модели.

Если попытка пропуска не удалась, вследствие технологической ситуации в текущий момент модельного времени, т.е. не сгенерировано событие удаления заявки из имитационной модели, то восстанавливается состояние модели, предшествующее началу прогона, выполняется задержка заявки на последнем объекте, обеспечивающем возможность ожидания физического аналога заявки и обработка заявок, продолжается через заданный интервал времени до момента достижения конца заданного модельного интервала времени или же невозможности системы возобновить нормальную технологию работы, после задержки заявки на объекте, более максимально допустимого значения.

Особенность работы двухуровневых имитационных моделей приводит к невозможности совместного использования с имитационными моделями, не способными динамически прерывать процесс моделирования с откатом к некоторому заданному состоянию, привязанному к оси модельного времени, и возобновлять моделирование с новыми входными параметрами на нижнем уровне моделирования.

Сложность совместной работы независимой имитационной модели в online режиме и имитационной модели с двухуровневой логикой, обусловлена необходимостью обеспечения синхронизированного отката модельного времени с момента технологического сбоя в моделировании к моменту нормального функционирования обоих систем. Т.е. необходима привязка к единой оси модельного времени и возможность синхронизированного отката с последующей оперативной корректировкой протекания единого технологического процесса, обеспечивающего исключение технологических сбоев.

Сложность динамического взаимодействия имитационных моделей также вызвана необходимостью обеспечения однозначной идентификации объектов в обеих имитационных моделях в режиме online с возможностью привязки к единой оси модельного времени. Т.е. по сути, речь идет о возможности интеграции независимой имитационной модели, оперирующей такими объектами, как железнодорожные вагоны, локомотивы, локомотивные бригады, бригады коммерческого и технического осмотра и т.д. в виде третьего уровня имитационного моделирования. Если же ни одна из имитационных моделей ни является многоуровневой, то динамическое взаимодействие имитационных моделей является хоть и более трудозатратным в плане реализации, но обеспечит большую точность результатов имитационного моделирования. Так, технологии повторного использования имитационных моделей поддерживаются специальными стандартами [5] или сводами правил, которые определяют универсальные подходы к организации программных имитаторов, обеспечивают использование имитационных моделей и их переносимость между средами имитационного моделирования. Например, *XML* [6] обеспечивает разработку программного комплекса межплатформенного обмена результатами расчетов независимых имитационных моделей.

Стандарты *High Level Architecture* (*HLA*) [7] и *Distributed Interactive Simulation* (*DIS*) определяют архитектуру распределенных систем имитационного моделирования, позволяющий разработать программный комплекс имитационного моделирования, реализовав технологию повторного использования имитационных моделей. Более простым вариантом взаимодействия имитационных моделей, с точки зрения программирования, является статический вариант взаимодействия моделей на уровне данных:

a. Имитационная модель (ИМ1) проводит моделирование и передает результаты на вход ИМ2, рассчитанные с учетом информации, импортированной ранее из ИМ2;

b. ИМ2 выполняет цикл моделирования, достаточный для определения статистической информации для работы ИМ1 и экспортируется в качестве исходных данных имитационного моделирования.

Полученный в результате интеграции программный комплекс имитационного моделирования должен обеспечивать исследование поведения сложной системы в целом и влияния составных частей друг на друга, при этом легко модифицироваться и расширяться за счет модульной архитектуры.

При выполнении имитационного моделирования каждая модель выполняет заложенные в нее алгоритмы и взаимодействует с другими программами посредством подписок на выходные данные других моделей. Подписки реализуются на основании построенного информационно-графического описания.

Выводы. В работе проанализированы принципы разработки программного комплекса имитационного моделирования, состоящего из независимых имитационных моделей. Дается анализ особенностей статического и динамического вариантов взаимодействия имитационных моделей в условиях особенностей двухуровневой логики имитационного моделирования одной из независимых имитационных моделей.

Список литературы

1. Жихарев А.Г., Корчагина К.В. О системно-объектном имитационном моделировании // Национальная ассоциация ученых. Физико-математические науки. 2015. № IX (14). С. 100–102.

2. Перфильев П.Н. Применение имитационного моделирования в наукоемких технологиях лесопромышленных процессов // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2015. № 2. С. 278–282.

3. Liu Y., Zhang L., Zhang W., Hu X. An overview of simulation-oriented model reuse. Theory, methodology, tools and applications for modeling and simulation of complex systems // Springe. 2016. Vol. 646. P. 48–56.

4. Meloni S., Rosati M., Federico A., Ferraro L., Mattoni A., Colombo L. Computational materials science application programming interface (cmsapi): a tool for developing applications for atomistic simulations // Computer Physics Communications. 2005. Т. 169. № 1–3. С. 462–466.

5. Ноженкова Л.Ф., Исаева О.С., Марков А.А. Реализация технологии повторного использования имитационных моделей в инфраструктуре моделирования // Фундаментальные исследования. 2017. № 11. С. 103–107.

6. Муравьева-Витковская Л.А. Моделирование интеллектуальных систем. СПб.: НИУ ИТМО. 2012. 145 с.

7. Лопаткин Р.Ю., Петров С.А., Игнатенко С.Н., Иващенко В.А. Перспективы применения имитационного моделирования в задачах автоматизации и управления технологическими системами // Вестник НТУ «ХПИ». 2015. № 17 (1189). С. 61–71.

УДК 004.523

ИНТЕРНЕТ ЗВУКА: НОВАЯ ПЛОСКОСТЬ ИНФОТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

Рогозинский Глеб Гендрихович *– кандидат технических наук, доцент кафедры радиосвязи и вещания*

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А.Бонч-Бруевича;

старший научный сотрудник

ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук

Комашинский Владимир Ильич *– доктор технических наук, заместитель директора по научной работе*

ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук

Аннотация. В работе рассматриваются системные вопросы построения комплексов полимодального мониторинга со слоем представления данных в виде неречевого звука в срезе современной пост-NGN платформы. Описаны вероятные пути конвергенции рассматриваемых приложений, включающих в себя аудиальные компоненты интерфейсов операторов ситуационных центров, подсистемы Data over Audio внутри VANET- и WBAN- сегментов, ассистивные компоненты в рамках сетей носимых и имплантируемых устройств, облачные технологии для задач сонификации, киберфизические и кибербиологические структуры.

Ключевые слова: сонификация, киберфизические системы, инфраструктура, программно-аппаратные решения, Интернет звук.

THE INTERNET OF SOUND: A NEW DOMAIN OF INFORMATIONAL TELECOMMUNICATIONS

Rogozinsky Gleb G. – PhD, Associated Prof., Dept. of Radiocommunications and Broadcasting

St. Petersburg State University of Telecommunications. prof. M.A.Bonch-Bruevich;

Seniour Researcher

Solomenko Institute of Transport Problems the Russian Academy of Sciences

Komashinsky Vladimir – Doctor of Technical Sciences, Deputy Director for Research

Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian academy of sciences

Abstract. The paper gives the system aspects of polymodal monitoring systems including non-speech representation layer, based on sonification in the field of modern post-NGN platform. The suggested convergent directions of the reviewed applications are given, including auditory displays of control centers, Data over Audio components inside VANET- and WBAN- segments, assistive technologies based on on-body and implanted devices, sonification cloud technologies, cyber-physical and cyber-biological structures.

Keywords: sonification, cyber-physical systems, infrastructure, software-hardware solution, Internet of sound.

Конвергентные компоненты Интернета звука

Одной из характерных особенностей современных инфотелекоммуникационных технологий является их высокая конвергентность. Рассматривая частные вопросы сонификации, как совокупности методов неречевого звукового представления данных [1], в рамках более общей картины использования звуковых технологий, отметим ниже наиболее вероятные

конвергентные пути, что позволит точнее сформулировать требования к будущим полимодальным системам и выявить наиболее перспективные конвергентные траектории.

Системы сонификации сравнительно близки к технологиям дополнительного озвучивания тех или иных физических объектов для повышения информативности этих объектов (звуковая аугментация). Среди последних на сегодняшний день наиболее важным приложением являются электромобили. При относительно низких скоростях (до 30 км/ч) электромобили являются практически бесшумными, представляя существенную угрозу для других участников дорожного движения, особенно для пешеходов и велосипедистов, что обуславливает необходимость дополнительного озвучивания электромобилей [2]. Данному вопросу в последнее время было посвящено значительное количество публикаций и исследований, обобщая которые, следует прийти к выводу о том, что какой бы ни была звуковая аугментация транспорта, ее алгоритмы должны обладать когнитивными свойствами [3]. Это связано и с грядущим переходным этапом, когда автотранспорт с гибридными двигателями будет нуждаться в звуковой аугментации лишь на участках бестопливной работы, и с вопросами акустической экологии, и с запросами на индивидуальность и брендовую уникальность. Эти аспекты приводят к неэффективности использования набора подготовленных звуков, и при наличии полимодальных компонент интерфейса водителя, включающих в себя звуковую подсистему, последняя может взять на себя дополнительные функции по интеллектуальной звуковой аугментации автомобиля.

Следующей конвергентной компонентой являются технологии передачи данных по звуку (Data over Sound или Data over Audio). На данный момент есть как минимум два мессенджера, использующих технологии передачи различных данных по беспроводной акустической связи т.е. используя динамик устройства-отправителя и микрофон устройства-получателя. Это сервисы Chirp и LISNR. Среди приложений Data over Sound можно отметить бесконтактную идентификацию и т.д. Использование технологий Data over Sound требует наличия звуковой подсистемы и, следовательно, может быть реализовано за счет имеющейся полимодальной системы, включающей в себя аудиальную компоненту.

Конвергенция Data over Sound и VANET-сетей позволит ввести новые способы V2X соединений. В частности, V2I (Vehicle-to-Infrastructure) соединение может быть реализовано по звуковому каналу, т.е. речь идет о звуковой идентификации автомобиля элементами «умной» инфраструктуры, например, «умной» стоянкой. Это не требует подключения транспортного средства к какой-либо беспроводной сети и упростит проектирование подобных систем. В частности, устаревшие комплекты бортового оборудования для взаимодействия способом Data over Sound должны просто обеспечить воспроизведение звука.

Общая совокупность звуковых технологий, как в одномодальном, так и в полимодальном аспекте, в контексте современных тенденций позволяет говорить об Интернете звука (Internet of Sound), как отдельном сегменте перспективных инфотелекоммуникационных технологий.

Сетевая инфраструктура комплексов сонификации

На рисунке представлены приложения Интернета звука, образованные на основе различных систем сонификации, в том числе, как частных случаев полимодального представления данных, звуковой аугментации физической среды и т.д. На рисунке выделено шесть основных сегментов: модель ситуационного центра с полимодальными компонентами мониторинга, WBAN-сегмент с полимодальной аугментацией, VANET-сегмент, сегмент киберфизических/кибербиологических объектов и облачное хранилище с набором сервисов.

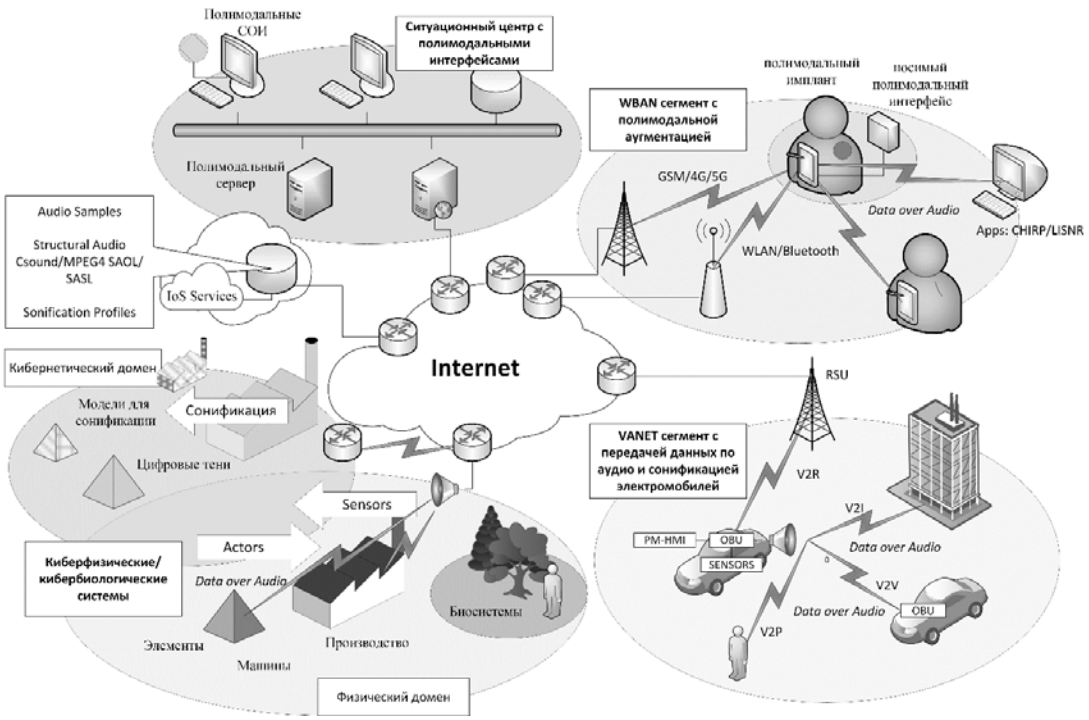


Рисунок – Основные сегменты перспективной сетевой инфраструктуры Интернета звука

WBAN-сегмент. Сети носимых и имплантируемых устройств являются одним из перспективных компонентов пост-NGN платформы. В плоскости Data over Sound в этом сегменте раскрывается множество инновационных приложений – от бесконтактных индивидуальных систем идентификации (например, система «водитель – транспортное средство», «работник – интерфейс системы») до отдельных компонентов интерфейса пользователя.

VANET-сегмент с передачей данных по аудио и полимодальными компонентами интерфейсов. Внутри кабины транспортного средства водитель получает возможность взаимодействовать с полимодальным интерфейсом. В этом случае аудиальная и тактильная модальности являются основными вспомогательными компонентами, которые позволяют сконцентрировать внимание водителя на дорожной ситуации. Снаружи транспортное средство через каналы Data over Sound может осуществлять взаимодействие с элементами инфраструктуры (V2I), другими транспортными средствами (V2V) и пешеходами (V2P).

Ситуационные центры представляют собой классическую инфраструктурную компоненту, дополненную перспективными технологиями, в частности, полимодальностью. Операторы ситуационных центров с помощью полимодальных интерфейсов получают возможность снизить стресс и информационный перегруз за счет перераспределения информационной нагрузки между сенсорными системами оператора.

Облачное хранилище и сервисы. Облачные сервисы позволят осуществить рендеринг новых звуковых объектов из кода в онлайн-режиме, интеллектуальный поиск требуемых компонент звуковых ландшафтов, параметрическое описание пользовательских звуков, преобразование описаний синтезаторов из одного языка в другой, реализацию генеративных моделей систем сонификации.

Программные аспекты систем сонификации

С точки зрения программной реализации звукового ядра новых приложений, следует отметить существование так называемых языков компьютерной музыки, позволяющих на высоком уровне абстракции программировать различные алгоритмы синтеза и обработки звука. Существует множество критериев сравнения указанных языков, однако с учетом необходимого условия работы на встраиваемых системах и открытости программного кода, фактически в поле зрения остаются три системы – Csound, Pure Data и SuperCollider. Сравнительный анализ этих языков приведен в таблице.

Таблица – Сравнительный анализ Csound, Pure Data и SuperCollider

	Моб. порт	Web	Встр. системы	Железо без ОС
Csound	++	++	++	+
Pure Data	++	+	++	+
SuperCollider	+	–	+	–

Представленная таблица показывает, что Csound является наиболее предпочтительным на сегодняшний день языком компьютерной музыки для перспективных систем Интернета звука, описанных в данной статье.

Заключение

Приведенные в статье положения позволяют сделать вывод о перспективах использования неречевого звука, как частного случая полимодального комплекса отображения информации, в том числе для управления транспортными системами, снижения/перераспределения нагрузки на операторов ситуационных центров, для использования в комплексе ассистивных технологий для инвалидов по зрению. Различные современные технологии, базирующиеся на использовании в том или ином виде звуковых сигналов, в перспективе конвергируют в общую форму под названием Интернет звука (Internet of Sound). Совокупность данных мер должна повысить безопасность при управлении транспортными средствами, степень иммерсии оператора в контролируемую систему, уровень интеграции в социум инвалидов по зрению.

Список литературы

1. *Kramer G.* An introduction to auditory display // Auditory Display: Sonification, Audification, and Auditory Interfaces. 1994. Pp. 1–78.

2. *Elizabeth Stinson.* EVS are Dangerously Quiet. Here's What They Could Sound Like. https://www.wired.com/2017/04/evs-dangerously-quiet-heres-sound-like/ Режим доступа 30.06.18

3. Ustwo Auto. A Glance at the Future of External Vehicular Sound. https://www.ustwo.com/blog/a-glance-at-the-future-of-external-vehicular-sound/ Режим доступа 30.06.18.

УДК 338.47:656

«ТРАНСПОРТНАЯ ДОСТУПНОСТЬ» В НАУЧНОЙ ЛИТЕРАТУРЕ

Малащук Петр Александрович *– кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории проблем транспорта*

Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук

Аннотация. Целью работы является исследование понятия «транспортная доступность» в научной литературе. Научной новизной является изучение не только работ отечественных исследователей по данной тематике, но и ранее не переводимых зарубежных источников. В работе показано отсутствие единого подхода к определению транспортной доступности и методам ее оценки. Приводится определение транспортной доступности как основы опорной транспортной сети.

Ключевые слова: транспортная доступность, методы оценки, опорная транспортная сеть.

«TRANSPORT ACCESSIBILITY» IN SCIENTIFIC LITERATURE

Malashchuk Petr A. – PhD, senior researcher of the Laboratory of transportation problems
Institute of socio-economic and energy problems of the North of the Komi scientific center of the Ural branch of the Russian Academy of Sciences Federal

Abstract. The purpose of work is the research of the concept «transport accessibility» of scientific literature. Scientific novelty is the study of not only the work of domestic researchers on this subject, but also previously not translated foreign sources. The work shows the absence of a unified approach to the definition of transport accessibility and methods for its assessment. Definition of transport accessibility as bases of basic transport network is given.
Keywords: transport accessibility, assessment methods, basic transport network.

К настоящему времени в научной литературе отсутствует единое определение термина «транспортная доступность» и система показателей ее оценки, что приводит к необходимости разрабатывать частные методики для различных областей деятельности, которые учитывают расположение объектов в пространстве и их взаимосвязь, финансовые и временные затраты на достижение объектов и т.п.

В отечественной и зарубежной научной литературе уровень транспортной доступности зачастую связывают с плотностью транспортной сети, которая определяется различными показателями. Еще в XIX в. Энгель, выбрал общую протяженность транспортной сети в качестве основы показателя и соотнес ее с площадью освоенной территории и численностью населения. В дальнейшем исследователи использовали в знаменателе другие или дополнительные характеристики: число населенных пунктов (Гольц); объем перевозимых грузов (Успенский) и др. Л.И. Василевский предложил заменить общую протяженность путей на протяженность эксплуатируемых транспортных коммуникаций различных видов транспорта, приведенных к одному из них. Применяя показатели подобного типа необходимо учитывать их основной недостаток, заключающийся в нечувствительности к размещению хозяйственных и социальных объектов, а также конфигурации сети.

Попытку решения указанной проблемы предпринял В.Н. Бугроменко, введя понятие интегральная транспортная доступность, как совокупность возможностей достижения любой точки территории на величину которых оказали влияние различные условия их осуществления [1]. Она является аналогом показателя надежности функционирования коммуникационных систем, а поскольку подавляющая часть взаимодействий осуществляется посредством теле- и транспортных коммуникаций, то можно говорить о надежности территориальной организации среды жизнедеятельности, тем более что показатель отражает не только техническую надежность коммуникаций, но и надежность их конфигурации.

Ниже рассмотрены некоторые аспекты изучения транспортной доступности отечественными исследователями.

Один из подходов к классификации методов оценки транспортной доступности представил В.О. Дубовик [2]. Он разделил их на шесть групп: топологические (учитывается существующая транспортная сеть и ее характеристики); оценки пространственного разграничения (рассчитывается сложность преодоления пространства между начальным и конечным пунктом); изолиний (картографический способ оценки на основе равенства расстояний, времени в пути, издержек и т.п.); потенциалов (определяются веса конечных пунктов и функция меры преодоления пространства); инверсионных балансов (оценивается взаимодействие между начальными и конечными пунктами); пространственно-временные (определяется индивидуальная и групповая доступность объектов с учетом поведенческих характеристик). Автор определяет доступность как характеристику определенного пункта или территории, показывающую степень возможности преодоления выбранными способами пространства, отделяющего ее от других рассматриваемых пунктов или территорий.

В своем исследовании М.В. Иванов [3] рассматривает транспортную доступность как критерий результативности использования транспортной инфраструктуры. Автором приво-

дятся индикаторы транспортной доступности: внутрирегиональной; выборочной (до заранее намеченных мест); многомодальной (по видам транспорта); потенциальной; при фиксированных затратах на перемещения.

Оценка доступности транспортных услуг для населения Дальнего Востока с физической и экономической точек зрения проведена А.Б. Бардаль [4]. Под «доступностью» автор понимает возможность пользования транспортом. Определены индексы физической доступности транспортных сетей субъектов РФ на основании изменения протяженности сетей по отдельным видам транспорта, количества и направления маршрутов и других факторов. Экономическая доступность оценена через относительную динамику среднедушевых доходов в сопоставлении с динамикой усредненных тарифов пассажирских перевозок по видам транспорта.

В исследовании Э.С. Куратовой на примере Республики Коми показан расчет показателя транспортной доступности, представляющего собой средневзвешенные затраты времени на преодоление определенного пространства [5].

В работе М.А. Мельник [6] рассматриваются подходы к оценке транспортной доступности лесных ресурсов Томской области. Основываясь на технологической и временной составляющих доступности, автором приводятся формулы для расчета соответствующих показателей, учитывающих особенности региональной транспортной инфраструктуры и природно-климатические условия.

В значительной части зарубежных исследований применяется англоязычный термин «accessibility» или «transport accessibility», который обозначает: затраты времени на передвижение для достижения конкретного места (работы, учебы, медицинских учреждений и т.п.) и долю населения, способного достичь указанных мест; возможность получения транспортных услуг людьми с ограниченными физическими возможностями. В США, Канаде и Латинской Америке применяется термин «affordability» или «transport affordability», которым обозначается экономическая оценка доступности транспорта, в виде мониторинга социально-экономических данных, характеризующих соотношение «стоимость транспортных услуг/ доходы».

За рубежом понятие доступность используется в ряде научных исследований, связанных с транспортным планированием, городским планированием, географией, а также играет важную роль при формировании политических решений.

Известные в западной научной литературе определения «транспортной доступности» дали Хансен (потенциальная возможность для взаимодействия), Далви и Мартин (легкость, с которой можно достичь любую часть освоенной территории из места, имеющего определенную транспортную систему), Бен-Акива и Лерман (преимущества, предоставляемые системой транспорт/территория). Исследователи проводят оценку показателей различных видов доступности: пространственной (Сонг [7]), экономической выгоды от доступности (Ниемеер [8]).

Голландские исследователи Герс и ван Ви в своей статье [9] приводят подробный обзор стратегий оценки доступности освоенных территорий и транспорта. Они приводят четыре составляющих доступности: освоенность территории (*land-use*), транспортный компонент (*transportation component*), временной компонент (*temporal component*) и личностный компонент (*individual component*).

Принимая во внимание отечественный и зарубежный опыт исследования в рассматриваемой области, профессором А.Н. Киселенко дано определение транспортной доступности, как возможности перевозки пассажиров и грузов современными видами транспорта из одного места (точки пространства) в другое [10]. Автор отмечает, что научной основой обеспечения транспортной доступности северного региона является методология формирования опорной транспортной сети.

Список литературы

1. Бугроменко В.Н. Транспорт в территориальных системах. М.: Наука. 1987. 112 с.

2. Дубовик В.О. Методы оценки транспортной доступности территории // Региональные исследования. 2013. № 4 (42). С. 11–18.

3. Иванов М.В. Развитие транспортной инфраструктуры региона: факторы, напрвления, инструментарий оценки / Дис. на соиск. учен. степ. канд. экон. наук – Ниж. Новгогород, 2016. http://www.science.vsu.ru/dissertations/2974/Диссертация_Иванов_М.В.pdf

4. Бардаль А.Б. Оценка доступности транспортных услуг для населения региона // Власть и управление на Востоке России. 2017. № 3 (80). С. 63–70.

5. Куратова Э.С. Методология оценки транспортной обеспеченности территории для целей доступности социальных услуг // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2014. № 5 (35). С. 251–259.

6. Мельник М.А. Некоторые аспекты транспортной доступности лесных ресурсов Западной Сибири // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2015. № 4. Т. 3. С. 79–83.

7. Song, S. Some tests of alternative accessibility measures: a population density approach. Land Economics. 1996. 72 (4), pp. 474–482.

8. Niemeier, D.A. Accessibility: an evaluation using consumer welfare. Transportation. 1997. 24, pp. 377–396.

9. Karst T. Geurs, Bert van Wee Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions. Journal of Transport Geography. 2004. Vol.12, pp. 127–140.

10. Киселенко А.Н. Основа транспортной доступности северного региона – опорная транспортная сеть // Актуальные проблемы, направления и механизмы развития производительных сил Севера: материалы VI Всероссийской научно-практической конференции: в 3 ч. Сыктывкар. 2018. Ч. II. С. 240–244.

Сведения об авторах

Аблялимов Олег Сергеевич *– кандидат технических наук, старший научный сотрудник, доцент, доцент кафедры локомотивов и локомотивного хозяйства, Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта (ТашИИТ).*

100167, Узбекистан, Ташкент, ул. Адылходжаева, д. 1, o.ablyalimov@gmail.com.

Авксентьева Елена Юрьевна *– доцент, кандидат педагогических наук, доцент кафедры аппаратно-программных комплексов вычислительной техники, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики.*

197101, Россия, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., д. 49, avks@limtu.ru.

Аксёнкин Виталий Иванович *– кандидат военных наук, начальник научно-исследовательского отдела ФГКВОУ ВО Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева.*

191123, Россия, Санкт-Петербург, Воскресенская наб., д. 10, Vit_aks74@ mail.ru.

Алексашкина Евгения Игоревна *– старший преподаватель кафедры финансового менеджмента и аудита ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский национальный университет информационных технологий, механики и оптики.*

197101, Россия, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., д. 49, ealexashkina@mail.ru.

Бабенков Андрей Валерьевич *– доктор экономических наук, доцент, преподаватель кафедры автодорожной службы ФГКВОУ ВО Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева.*

190034, Россия, Санкт-Петербург, наб. Макарова, д. 8, babencoff@ rambler.ru.

Бобрик Петр Петрович *– кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник ФГБУН Институт проблем транспорта имени Н.С. Соломенко Российской академии наук.*

199178, Россия, Санкт-Петербург, 12 линия В.О., д. 13, Bobrikpp@mail.ru.

Богданов Алексей Валентинович *– кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры пожарной безопасности зданий и автоматизированных систем пожаротушения ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.*

196105, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149;

Заместитель директора Государственного Эрмитажа.

190000, Россия, Санкт-Петербург, Дворцовая площадь, д. 2.

Бузанов Алексей Владимирович *– кандидат военных наук, докторант ФГКВОУ ВО Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева.*

190034, Россия, Санкт-Петербург, набережная Макарова, д. 8.

Бурков Дмитрий Германович *– соискатель кафедры транспортных систем ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет.*

190103, Россия Санкт-Петербург, ул. Курляндская, д. 2/5,digerburkov22@gmail.com.

Буш Юлия Дмитриевна *– аспирант кафедры логистические транспортные системы и технологии ФГБОУ ВО Российский университет транспорта (МИИТ).*

127994, Россия, Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9, julia.b13@mail.ru.

Буянов Михаил Сергеевич *– кандидат военных наук, доцент, профессор кафедры (общей тактики и общевоенных дисциплин), Военный институт (Железнодорожных войск и военных сообщений) ФГКВОУ ВО Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва.*

198504, Россия, Санкт-Петербург, ул. Суворовская, д. 1, miha-il787878@yandex.ru

Фам Ван Туан *– аспирант кафедры корабельных систем управления ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина).*

197376, Россия, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 5, tuanhvhq@ gmail.com.

Викулов Егор Сергеевич *– факультет управления перевозками и логистики ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I.*

190031, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9, mts@pgups.ru.

Виниченко Виктория Александровна *– кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики транспорта и финансов ФГБОУ ВО Сибирский государственный университет водного транспорта.*

630005, Россия, Новосибирск, улица Мичурина, дом 48, vika_06.07@mail.ru.

Виноградов Владимир Николаевич *– доктор технических наук, профессор кафедры судовождения и промышленного рыболовства ФГБОУ ВО Керченский государственный морской технологический университет.*

298300, Россия, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, д. 82.

Власова Татьяна Владимировна *– старший преподаватель кафедры пожарной безопасности зданий и автоматизированных систем пожаротушения ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.*

196105, Россия, Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 149, Vlasova_ti@ mail.ru.

Вологдин Роман Олегович *– адъюнкт факультета подготовки кадров высшей квалификации ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.*

196105, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149, romanvologdin@mail.ru.

Володин Алексей Борисович *– кандидат технических наук, директор научно-образовательного центра морского и речного транспорта, Российский университет транспорта (МИИТ).*

127994, Россия, Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9, ab.volodin@mail.ru.

Горячев Иван Сергеевич *– начальник лоцманской службы (порт Керчь) ФГУП "Росморпорт" Крымский филиал.*

298300, Россия, Республика Крым, г. Керчь, ул. Фурманова, д. 8, ivan_goryachev @list.ru.

Граевский Игорь Станиславович *– аспирант, ассистент кафедры технической эксплуатации транспортных средств ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет.*

190103, Россия, Санкт-Петербург, ул. Курляндская, д. 2/5, igor.graewsky@mail.ru.

Грачев Андрей Александрович *– кандидат технических наук, доцент кафедры управления эксплуатационной работой ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I.*

190031, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9, aagrachev@outlook.com.

Григорьев Сергей Васильевич *– кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры радиоэлектронных систем Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации.*

196210, Россия, Санкт-Петербург, ул. Пилотов, д. 38.

Грошев Геннадий Максимович *– профессор, доктор технических наук, профессор кафедры управления эксплуатационной работой ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I.*

190031, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9, spbgroshev@gmail.com.

Гулый Илья Михайлович *– кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики транспорта ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I.*

190031, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9, etran@pgups.ru.

Дегтярев Андрей Владимирович *– аспирант кафедры электрооборудования судов и автоматизации производства ФГБОУ ВО Керченский государственный морской технологический университет.*

298300, Россия, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, д. 82, esiap@mail.ru

Дюк Вячеслав Анатольевич *– доктор технических наук, главный научный сотрудник лаборатории интеллектуальных транспортных систем ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук.*

199178, Россия, Санкт-Петербург, 12 линия В.О., д. 13, v_duke@mail.ru.

Егорова Анна Федоровна *– младший научный сотрудник лаборатории проблем организации транспортных систем ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук.*

199178, Россия, Санкт-Петербург, 12 линия В.О., д. 13, eaf1995@mail.ru.

Ермошин Николай Алексеевич *– доктор военных наук, профессор, профессор кафедры автодорожной службы ФГКВОУ ВО Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева.*

199034, Россия, Санкт-Петербург, наб. Макарова, д. 8.

Журавлева Наталья Александровна *– доктор экономических наук, профессор, заведующая кафедрой экономики транспорта ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I.*

190031, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9, etran@pgups.ru.

Завальнюк Сергей Иванович *– кандидат технических наук, старший научный сотрудник Научно-исследовательского института (военно-системных исследований материально-технического обеспечения Вооруженных сил Российской Федерации) ФГКВОУ ВО Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А. В. Хрулева.*

191123, Россия, Санкт-Петербург, Воскресенская наб., д. 10, лит. А, s-zavalnuk@mail.ru.

Зайцев Анатолий Александрович *– доктор экономических наук, профессор, руководитель научно-образовательного центра инновационных пассажирских перевозок ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I.*

190031, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9, nozpgups@gmail.com.

Зедгенизов Антон Викторович *– кандидат технических наук, доцент кафедры нефтегазового дела ФГБОУ ВО Иркутский национальный исследовательский технический университет.*

664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова. д. 83, azedgen@gmail.com.

Зенин Роман Евгеньевич *– аспирант кафедры менеджмента и управления персоналом организации ФГБОУ ВО Российский университет транспорта (МИИТ.)*

127994, Россия, Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 2, zre717@me.com.

Зенина Надежда Николаевна *– кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента и управление персоналом организации ФГБОУ ВО Российский университет транспорта (МИИТ).*

127994, Россия, Москва, ул. Образцова, д. 9, стр.2, znn1@yandex.ru.

Золотарёв Михаил Леонидович *– кандидат военных наук, старший научный сотрудник, старший научный сотрудник научно-исследовательского отдела ФГКВОУ ВО Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А. В. Хрулева.*

191123, Россия, Санкт-Петербург, Воскресенская набережная, д. 10.

Иванова Мария Олеговна *– кандидат экономических наук, доцент, заведующая кафедрой истории и управления персоналом ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации.*

196210, Россия, Санкт-Петербург, ул. Пилотов, д. 38, ivanova_mo@mail.ru.

Ивановский Николай Владимирович *– кандидат технических наук, доцент кафедры судовождения и промышленного рыболовства ФГБОУ ВО Керченский государственный морской технологический университет.*

298300, Россия, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, д. 82, invkerch@ yandex.ru.

Иванченко Вера Николаевна *– доцент, доцент кафедры истории и управления персоналом ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации.*

196210, Россия, Санкт-Петербург, ул. Пилотов, д. 38, vera.ivanchenko2010@ yandex.ru.

Кавказский Владимир Николаевич *– кандидат технических наук, доцент, заместитель заведующего кафедрой тоннелей и метрополитенов ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I.*

190031, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9, kavkazskiy_vn@mail.ru.

Каминнык Олег Александрович *– оператор научной роты ВА МТО 25 научно-исследовательского отдела (Исследований проблем применения железнодорожных войск), Научно-исследовательский институт военно-системных исследований МТО ВСРФ.*

191123, Россия, Санкт-Петербург, Воскресенская наб. д. 10А, kaminnyk.oleg@ yandex.ru.

Каминский Валерий Юрьевич *– кандидат технических наук, доцент, заведующий лабораторией ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук.*

199178, Россия, Санкт-Петербург, 12 линия В.О., д. 13, Kaminskyvy@ yandex.ru.

Кизляк Олег Петрович *– кандидат технических наук, доцент кафедры железнодорожных станций и узлов ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I.*

190031, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр. 9, guzel.spb@mail.ru.

Киселенко Анатолий Николаевич *– доктор технических наук, доктор экономических наук, профессор, руководитель лаборатории проблем транспорта Института социально-экономических и энергетических проблем Севера Коми ФГБУН Федеральный исследовательский центр «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук».*

167982, ГСП-2, Россия, Республика Коми, Сыктывкар, ул. Коммунистическая, 26, kiselenko@iespn.komisc.ru.

Клименко Александр Александрович *– оператор научной роты ВА МТО 25 научно-исследовательского отдела (Исследований проблем применения железнодорожных войск) Научно-исследовательского института военно-системных исследований МТО ВСРФ ФГКВОУ ВО Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва.*

191123, Россия, Санкт-Петербург, Воскресенская наб., д. 10А, klimenkoaa@bk.ru.

Ковалев Константин Евгеньевич *– кандидат технических наук, доцент кафедры логистики и коммерческой работы ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I.*

190031, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр. 9, kovalev_kostia@mail.ru.

Кокурин Иосиф Михайлович *– доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории проблем организации транспортных систем ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук.*

199178, Россия, Санкт-Петербург, 12 линия В.О., д. 13, kokyrinim@mail.ru.

Королев Андрей Валерьевич *– кандидат экономических наук, доцент, директор Унитарного предприятия «БАМАП-Сервис».*

220024, Беларусь, Минск, ул. Бабушкина, д. 74.

Комашинский Владимир Ильич *– доктор технических наук, доцент, заместитель директора по научной работе ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук.*

199178, Россия, Санкт-Петербург, 12 линия В.О., д. 13, kama54@rambler.ru.

Красицкая Людмила Михайловна *– кандидат технических наук, доцент кафедры АСУ ИУИТ ФГБОУ ВО Российский университет транспорта (МИИТ).*

127994, Россия, Москва, ул. Образцова, д. 9, стр.2, milkras@gmail.com.

Краснов Василий Сергеевич *– кандидат военных наук, старший научный сотрудник, старший научный сотрудник научно-исследовательского отдела ФГКВОУ ВО Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А. В. Хрулева.*

191123, Россия, Санкт-Петербург, Воскресенская набережная, д. 10.

Крипак Марина Николаевна *– кандидат технических наук, доцент кафедры автомобильного транспорта ФГБОУ ВО Севастопольский государственный университет*

299053, Россия, Севастополь, ул. Университетская, д. 33.

Крылатов Александр Юрьевич *– кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математического моделирования энергетических систем ФГБОУ Санкт-Петербургский государственный университет.*

199034, Россия, Санкт-Петербург, Университетская набережная, д. 7-9, a.krylatov@spbu.ru;

старший научный сотрудник лаборатории проблем организации транспортных систем ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук

199178, Россия, Санкт-Петербург, 12 линия В.О., д. 13.

Кудряков Сергей Алексеевич *– доктор технических наук, старший научный сотрудник, заведующий кафедрой радиоэлектронных систем, Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации*

196210, Россия, Санкт-Петербург, ул. Пилотов, д. 38, psi_center@mail.ru.

Кушпиль Игорь Васильевич *– младший научный сотрудник лаборатории проблем организации транспортных систем.*

ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук.

199178, Россия, Санкт-Петербург, 12 линия В.О., д. 13, i_kushpil@mail.ru.

Ларин Олег Николаевич *– доктор технических наук, профессор кафедры логистические транспортные системы и технологии ФГБОУ ВО Российский университет транспорта (МИИТ).*

127994, Россия, Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9, larin_on@mail.ru.

Ларчук Дмитрий Алексеевич *– магистрант Высшей школы аэронавигации.*

Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации.

196210, Россия, Санкт-Петербург, ул. Пилотов, д. 38, Jlap4yk@mail.ru.

Лебедева Ольга Анатольевна *– кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО Ангарский государственный технический университет.*

665835, Россия, Иркутская область, г. Ангарск, ул. Чайковского, д. 60, kravhome@ mail.ru.

Ледяев Александр Петрович *– доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, заведующий кафедрой тоннелей и метрополитенов ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I.*

190031, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9.

Лемешкова Алеся Валерьевна *– младший научный сотрудник Московского отдела ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук.*

199178, Россия, Санкт-Петербург, 12 линия В.О., д. 13, aleslemesh@mail.ru.

Ломов Валерий Алексеевич *– кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник 25 научно-исследовательского отдела (Исследование проблем применения железнодорожных войск) Научно-исследовательского института военно-системных исследований МТО ВС РФ ФГКВОУ ВО Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва.*

191123, Россия, Санкт-Петербург, Воскресенская наб., д. 10, Lomovvalera@mail.ru.

Лукин Владимир Николаевич *– доктор политических наук, кандидат исторических наук, доцент, ведущий научный сотрудник Центра организации научно-исследовательской и*

редакционной деятельности ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

196105, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149, lvn55555@mail.ru.

***Лукомская Ольга Юрьевна** – кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории интеллектуальных транспортных систем ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук.*

199178, Россия, Санкт-Петербург, 12 линия В.О., дом 13, luol@iptran.ru;

доцент кафедры корабельных систем управления ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина).

197376, Россия, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 5.

***Лукомский Юрий Александрович** – доктор технических наук, заслуженный деятель науки РФ, заслуженный профессор ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина).*

197376, Россия, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 5, loucomsqui@mail.ru.

***Лукьянова Елена Юрьевна** – кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента и туристского бизнеса ФГАОУ ВО Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского, Гуманитарно-педагогическая академия (филиал), г. Ялта.*

298635, Россия, Республика Крым, г. Ялта, ул. Севастопольская, д. 2-А.

***Малащук Петр Александрович** – кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории проблем транспорта Института социально-экономических и энергетических проблем Севера Коми.. ФГБУН Федеральный исследовательский центр «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук».*

167982, ГСП-2, Россия, Республика Коми, Сыктывкар, ул. Коммунистическая, д. 26, translab@iespn.komisc.ru.

***Малыгин Игорь Геннадьевич** – доктор технических наук, профессор, директор ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук.*

199178, Россия, Санкт-Петербург, 12 линия В.О., д. 13, malygin_com@mail.ru.

***Малюгин Алексей Сергеевич** – магистрант Высшей школы аэронавигации, Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации.*

196210, Россия, Санкт-Петербург, ул. Пилотов, д. 38, MalNAS@mail.ru.

***Марченко Александра Андреевна** – магистр ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет.*

199034, Россия, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7-9.

***Махонько Виктор Петрович** – доктор военных наук, доцент, доцент кафедры военных сообщений ФГКВОУ ВО Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А. В. Хрулёва.*

199034, Россия, Санкт-Петербург, наб. Макарова, д. 8, victorpm0207@gmail.com.

***Миронович Олег Михайлович** – кандидат военных наук, доцент,старший научный сотрудник 25 научно-исследовательского отдела (Исследований проблем применения железнодорожных войск), Научно-исследовательский институт военно-системных исследований МТО ВСРФ.*

191123, Россия, Санкт-Петербург, Воскресенская наб. д. 10А, o.t.mir@yandex.ru.

***Мирошник Александр Анатольевич** – адъюнкт ФГКВОУ ВО Военная академия материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В. Хрулёва.*

198511, Россия, Санкт-Петербург, наб. Макарова д. 8, alexmiroschnik@mail.ru.

***Мурамович Виктор Григорьевич** – кандидат технических наук, доцент*

192241, Россия, Санкт-Петербург, ул. Турку, д. 23, murvich@yandex.ru..

***Мусиенко Тамара Викторовна** – доктор политических наук, кандидат исторических наук, доцент, заместитель начальника по научной работе ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.*

19610, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149, tvm77777@mail.ru.

***Негреева Валентина Владимировна** – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и права Института безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО Санкт-*

Петербургский университет ГПС МЧС России.

196105, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149, v.negreeva@mail.ru.

***Некрутова Софья Павловна** – аспирант кафедры логистические транспортные системы и технологии ФГБОУ ВО Российский университет транспорта (МИИТ).*

127994, Россия, Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9, nekrutova.sofya@mail.ru.

***Немтин Владимир Григорьевич** – кандидат экономических наук, профессор, старший научный сотрудник Научно-исследовательского института (военно-системных исследований материально-технического обеспечения Вооруженных сил Российской Федерации) ФГКВОУ ВО Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева.*

191123, Россия, Санкт-Петербург, Воскресенская наб., д. 10, лит. А, s-zavalnuk@mail.ru.

***Никифорова Гузель Ислямовна** – кандидат технических наук, доцент кафедры управления эксплуатационной работой ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I.*

190031, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9, guzel.spb@mail.ru.

***Перевязкин Александр Александрович** – начальник сектора разработки оборудования, «Научный информационно-аналитический центр» – филиал АО «ВНИИЖТ».*

196128, Россия Санкт-Петербург, ул. Благодатная, д. 10, стр. 1, yarzev@yandex.ru.

***Полтавская Юлия Олеговна** – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Управление на автомобильном транспорте» ФГБОУ ВО Ангарский государственный технический университет.*

665835, Россия, Иркутская область, г. Ангарск, ул. Чайковского, д. 60, juliapoltavskaya@mail.ru.

***Рогозинский Глеб Гендрихович** – кандидат технических наук, доцент кафедры Радиосвязи и вещания ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича.*

193232, Россия, Санкт-Петербург, пр. Большевиков, д. 22, к. 1;

старший научный сотрудник ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук.

199178, Россия, Санкт-Петербург, В.О., 12 линия, д. 13, gleb.rogozinsky@gmail.com.

***Романов Николай Николаевич** – доктор технических наук, профессор, старший научный сотрудник научно-исследовательского отдела научно-исследовательского института ФГКВОУ ВО Военная академия материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В. Хрулёва.*

191123, Россия, Санкт-Петербург, Воскресенская набережная, д. 10, vatt@mil.ru

***Рыбицкий Владимир Анатольевич** – кандидат военных наук, доцент, старший научный сотрудник Научно-исследовательского института (военно-системных исследований материально-технического обеспечения Вооруженных сил Российской Федерации) ФГКВОУ ВО Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А. В. Хрулева.*

191123, Санкт-Петербург, Воскресенская наб., д. 10, лит. А, vladimir-rybicki@mail.ru

***Савушкин Сергей Александрович** – старший научный сотрудник, кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Московского отдела ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук.*

199178, Россия, Санкт-Петербург, 12 линия В.О., д. 13, ssavushkin@mail.ru.

***Сакович Сергей Юрьевич** – кандидат технических наук, доцент кафедры систем автоматического управления и бортовой вычислительной техники, Санкт-Петербургский государственный морской технический университет.*

190008, Россия, Санкт-Петербург, ул. Лоцманская, д. 3 , Sergeysakovich@mail.ru:

***Селиверстов Святослав Александрович** – кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории интеллектуальных транспортных систем ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук.*

199178, Россия, Санкт-Петербург, 12 линия В.О., д. 13, seliverstov_s_a@mail.ru.

***Селиверстов Ярослав Александрович** – кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории интеллектуальных транспортных систем ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук.*

199178, Россия, Санкт-Петербург, 12 линия В.О., д. 13, seliverstov_s_a@mail.ru.

***Сергеев Аркадий Анатольевич** – кандидат военных наук, доцент ФГКВОУ ВО Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва.*

191123, Россия, Санкт-Петербург, Воскресенская набережная, д. 10, vatt@mil.ru.

***Сергеева Татьяна Георгиевна** – кандидат технических наук, доцент кафедры управления эксплуатационной работой ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I.*

190031, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9, sergeeva@pgups.ru.

***Сиек Юрий Леонардович** – доктор технических наук, профессор кафедры систем автоматического управления и бортовой вычислительной техники, Санкт-Петербургский государственный морской технический университет,*

190008, Россия, Санкт-Петербург, ул. Лоцманская, д. 3 , Siek@mail.ru

***Синицкая Ольга Антоновна** – заведующий отделом экономических исследований транспортной деятельности Белорусского научно-исследовательского института транспорта «Транстехника».*

220005, Беларусь, Минск, ул. Платонова, д. 22, tt@niit.by.

***Синицын Михаил Геннадьевич** – старший преподаватель кафедры управления работой флота ФГБОУ ВО Сибирский государственный университет водного транспорта.*

630005, Россия, г. Новосибирск, ул. Мичурина, д. 48, mihail_sinitsyn@mail.ru.

***Соколова Яна Викторовна** – кандидат экономических наук, заместитель руководителя Научно-образовательного центра инновационных пассажирских перевозок ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I.*

190031, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9, nozpgups@gmail.com.

***Сугоровский Антон Васильевич** – кандидат технических наук, доцент кафедры управления эксплуатационной работой ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I.*

190031, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9, gthdsq555@yandex.ru.

***Сугоровский Артем Васильевич** – кандидат технических наук, доцент кафедры железнодорожных станций и узлов ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I.*

190031, Россия,Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9, c123945@yandex.ru.

***Сундуков Евгений Юрьевич** – кандидат экономических наук, старший научный сотрудник лаборатории проблем транспорта Института социально-экономических и энергетических проблем Севера Коми ФГБУН Федерального исследовательского центра «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук».*

167982, ГСП-2, Россия, Республика Коми, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, д. 26, translab@iespn.komisc.ru.

***Таболич Татьяна Георгиевна** – кандидат технических наук доцент, ученый секретарь Белорусского научно-исследовательского института транспорта «Транстехника».*

220005, Беларусь, г. Минск, ул. Платонова, д. 22, tt@niit.by.

***Тарабаев Антон Александрович** – младший научный сотрудник лаборатории проблем организации транспортных систем ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук.*

199178, Россия, Санкт-Петербург, 12 линия В.О., д. 13, anton200895@mail.ru.

***Тимченко Вячеслав Сергеевич** – кандидат технических наук, специалист по транспортным перевозкам, ООО "РТС".*

195112, Россия, Санкт-Петербург, пл. Карла Фаберже, д. 8, tim4enko.via4eslav @mail.ru.

Трубицин Владимир Владимирович *– начальник курса факультета Железнодорожных войск Военного института (Железнодорожных войск и военных сообщений) ФГКВОУ ВО Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А. В. Хрулева.*

198504, Россия, Санкт-Петербург, Петергоф, ул. Суворовская, д. 1, ndonina@ yandex.ru.

Уголков Сергей Вячеславович *– кандидат военных наук, доцент кафедры системного анализа и логистики ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения.*

190000, Россия, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, лит. А, common@aanet.ru.

Филиппов Дмитрий Анатольевич *– адъюнкт кафедры автодорожной службы ФГКВОУ ВО Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева.*

199034, Россия, Санкт-Петербург, наб. Макарова, д. 8, dmitry_08@list.ru.

Фискевич Александр Сергеевич *– кандидат военных наук, доцент кафедры (общей тактики и общевоенных дисциплин), Военный институт (Железнодорожных войск и военных сообщений) ФГКВОУ ВО Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва.*

198504, Россия, Санкт-Петербург, ул. Суворовская, д. 1, shuraf1981@yandex.ru.

Фомина Ирина Валерьевна *– научный сотрудник лаборатории проблем транспорта Института социально-экономических и энергетических проблем Севера Коми научного центра ФГБУН Федерального исследовательского центра «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук».*

167982, Россия, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, д. 26, appmin@yandex.ru

Цыганов Владимир Викторович *– доктор технических наук, профессор, заведующий Московским отделом ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук.*

199178, Россия, Санкт-Петербург, 12 линия В.О., д. 13, av188958@akado.ru

Черных Андрей Климентьевич *– доктор технических наук, профессор кафедры переподготовки и повышения квалификации специалистов ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.*

196105, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149, nataliachernykh@ mail.ru.

Черняев Игорь Олегович *– кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой технической эксплуатации транспортных средств ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет.*

190103, Россия, Санкт-Петербург, ул. Курляндская, д. 2/5, chernyaev@rambler.ru

Четчуев Максим Владимирович *– кандидат технических наук, руководитель научно-образовательного центра «Мультимодальные транспортные системы», доцент кафедры железнодорожных станций и узлов ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I.*

190031, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9, mts@pgups.ru.

Четчуева Валентина Геннадьевна *– заместитель начальника отдела транспортных решений АО «РЖД Логистика» (филиал в Санкт-Петербурге).*

190005, Россия, Санкт-Петербург, наб. Обводного канала, д. 93А, v.g.chetchueva@ mail.ru.

Шангутов Антон Олегович *– доцент, кандидат педагогических наук, докторант ФГКВОУ ВО Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева.*

190034, Россия, Санкт-Петербург, Набережная Макарова, д. 8.

Шевелёва Анна Анатольевна *– младший научный сотрудник лаборатории проблем транспорта Института социально-экономических и энергетических проблем Севера Коми*

научного центра ФГБУН Федерального исследовательского центра «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук».

167982, Россия, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, д. 26, AnyaSheveleva@inbox.ru.

***Шелгунов Олег Олегович** – аспирант I курса кафедры тоннелей и метрополитенов ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I.*

190031, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9, ooshelgunov@gmail.com.

***Шестаков Сергей Алексеевич** – главный специалист Центра информационных технологий, старший преподаватель кафедры радиоэлектронных систем,Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации.*

196210, Россия, Санкт-Петербург, ул. Пилотов, д. 38, SAShestakov@gmail.com.

***Широколобова Анастасия Павловна** – ассистент кафедры математического моделирования энергетических систем ФГБОУ Санкт-Петербургский государственный университет.*

199034, Россия, Санкт-Петербург, Университетская набережная, д. 7-9, a.shirokolobova@spbu.ru.

***Шпекторов Андрей Григорьевич** – кандидат технических наук, доцент кафедры корабельных систем управления, доцент ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина).*

197376, Россия, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 5, agshpectorov@ etu.ru

***Шувалов Денис Владимирович** – кандидат технических наук, докторант ФГКВОУ ВО Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева.*

199034, Россия, Санкт-Петербург, наб. Макарова, д. 8, deonis.aphinsky@yandex.ru.

***Шутов Иван Николаевич** – кандидат педагогических наук, преподаватель, Санкт-Петербургский техникум железнодорожного транспорта ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения императора Александра I.*

191180 Россия, Санкт-Петербург, ул. Бородинская, д. 6, shutov@sptgt.ru.

***Щукина Мария Алексеевна** – доктор психологических наук, заведующая (профессор) кафедрой общей, возрастной и дифференциальной психологии, Санкт-Петербургский государственный институт психологии и социальной работы.*

199178, Россия, Санкт-Петербург, 12 линия Васильевского острова, д. 13 А, corr5@ mail.ru.

***Ярцев Андрей Васильевич** – заместитель начальника отдела, «Научный информационно-аналитический центр» – филиал АО «ВНИИЖТ».*

196128, Россия, Санкт-Петербург, ул. Благодатная, д. 10, стр. 1, yarzev@yandex.ru.

***Яшин Михаил Геннадьевич** – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры Восстановления устройств автоматики, телемеханики и связи на железных дорогах Военного института (Железнодорожных войск и военных сообщений) ФГКВОУ ВО Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А. В. Хрулева.*

198504, Россия, Санкт-Петербург, Петергоф, ул. Суворовская, д. 1, maikl771@ram bler.ru.

Information about authors

Ablyalimov Oleg S. *– doctor of philosophy,* chief scientific worker, *associate professor, associate professor of the chair «Locomotives and locomotive economy» of Tashkent institute of railway transport engineering (TashIET).*

Adilkhodjaeva str., 1, Tashkent, 100167, Uzbekistan, o.ablyalimov@gmail.com.

Aksyonkin Vitaly Iv. *– PhD in Military Science of Military Academy for Logistics General of the Army A.V. Khrulev.*

Voskresenskaya emb. 10, St. Petersburg, 191123, Russian Federation, vit_aks74@ mail.ru.

Aleksashkina Evgenia Ig. *– Senior Lecturer at the Department of Financial Management and Audit, Saint-Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics.*

Kronverkskij pr., 49, St. Petersburg, 197101, Russian Federation, ealexashkina@mail.ru.

Avksent'eva Elena Yu. *– Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department «Hardware and software systems of computer technology», ITMO University.*

Kronverksky pr. 49, St. Petersburg, 197101, Russian Federation, avks@limtu.ru.

Babenkov Andrey V. *– doctor of economics, associate professor, teacher of the department of road service of Military Academy for Logistics General of the Army A. V. Khrulev.*

Makarova emb., 8, St. Petersburg, 190034, Russian Federation, babencoff@rambler.ru.

Bobrik Petr. P. *– Canditate of Physical and Mathematical Sciences, senior researcher of Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences.*

12-th Line VO, 13, St. Petersburg, 199178, Russian Federation, Bobrikpp@mail.ru.

Bogdanov Alexey V. *– PhD in Tech., Associate Professor, Professor of the Fire Safety Department of Buildings and Automated Fire Fighting Systems .*

St. Petersburg of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia

Moskovsky pr., 149, St. Petersburg, 196105, Russian Federation;

Deputy Director of the State Hermitage.

Palace square, 2, St. Petersburg, Russian Federation, 196000.

Burkov Dmitry G. *– Applicant, Department of Transport Systems of St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering.*

Kurlandskaya str., 2/5, St. Petersburg, 190103, Russian Federation, digerburkov22@ gmail.com.

Bush Julia D. *– PhD student at the Department of Logistics Transport Systems and Technologies, Russian University of Transport (MIIT).*

Obrazcova str., 9b9, Moscow, 127994, Russian Federation, julia.b13@mail.ru.

Buyanov Mikhail S. *– Candidate of Military Sciences, Associate Professor, Professor of the department (general tactics and general military disciplines) of military institute (railway troops and military communications) of Military Academy for Logistics General of the Army A.V. Khrulev*

Suvorovskaya str., 1, St. Petersburg, 198504, Russian Federation, mihail787878@yandex.ru.

Buzanov Alexey V. *– Ph.D., doctoral candidate of Military Academy for Logistics General of the Army A.V. Khrulev.*

Makarova emb., 8, St. Petersburg, 190034, Russian Federation.

Chernyaev Igor' Ol. *– Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head Department of Technical Operation of Vehicles, St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering.*

Kurlandskaya str., 2/5, St. Petersburg, 190103, Russian Federation, chernyaev@ rambler.ru.

Chernykh Andrey Kl. – *doctor of technical sciences, professor of the department of retraining and advanced training of specialists of Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.*

Moskovsky pr., 149, St. Petersburg, 196105, Russian Federation, nataliachernykh@mail.ru.

Chetchuev Maksim V. *– Ph.D., head of research and education center «Multimodal transport systems», associate professor of the department «Railway stations and junctions» of Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University.*

Moskovsky pr., 9, St. Petersburg, 190031, Russian Federation, mts@pgups.ru.

Chetchueva Valentina G. *– deputy head of transport solutionsof JSC RZD Logistics (branch in Saint Petersburg).*

Embankment of the Bypass channel, 93A, Saint Petersburg, 190005, Russian Federation, v.g.chetchueva@mail.ru.

Degtyarev Andrey V. *– graduate student of the Department of Electrical Equipment of Ships and Production Automation, Kerch State Technological University.*

Ordzhonikidze str., 82, Kerch, 298300, Russian Federation, esiap@mail.ru.

Duke Vyacheslav An. *– Dr.Sci.Tech, chief researcher of the Laboratory of Intelligent Transport Systems of Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian academy of sciences.*

12–th Line VO, 13, St. Petersburg, 199178, Russian Federation, v_duke@mail.ru.

Egorova Anna F. *– Junior Researcher of Laboratory of the organization of transport systems of Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences.*

12-th Line VO, 13, St. Petersburg, 199178, Russian Federation, eaf1995@mail.ru.

Ermoshin Nikolay A. *– Ph.D, Professor, Professor of Department of Auto-road service of Military Academy for Logistics General of the Army A.V. Khrulev.*

Makarova emb., 8, St. Petersburg, 199034, Russian Federation.

Filippov Dmitry A. *– post-graduate student of Department of Auto-road service of Military Academy for Logistics General of the Army A.V. Khrulev.*

Makarova emb., 8, St. Petersburg, 199034, Russian Federation, dmitry_08@list.ru.

Fiskevich Alexander S. *– Candidate of Military Sciences, Associate Professor (general tactics and general military disciplines) of military institute (railway troops and military communications) of Military Academy for Logistics General of the Army A.V. Khrulev.*

Suvorovskaya str., 1, St. Petersburg, 198504, Russian Federation, shuraf1981@yandex.ru.

Fomina Irina V. *– Researcher of the Laboratory of transport problem, Institute of social-economic and energy problems in North of Komi Science Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences of Federal Research Center «Komi Science Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences».*

Kommunisticheskaya str., 26, Syktyvkar, 167982, Russian Federation, appmin@ yandex.ru.

Goryachev Ivan S. *– Head of the Pilot Service (Kerch port), "Rosmorport" Crimean branch.*

Furmanov str., 8, Kerch, 298300, Russian Federation.

Grachev Andrey A. *– Ph.D. (Tsc), Associate professor of Train Traffic Operation Department of Emperor Alexander I Peterburg State transport university.*

Moskovsky pr., 9, St. Petersburg, 190031, Russian Federation, aagrachev@outlook.com.

Graevsky Igor' S. *– postgraduate student, assistant Department of Technical Operation of Vehicles, St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering.*

Kurlandskaya str., 2/5, St. Petersburg, 190103, Russian Federation, igor.graewsky@ mail.ru.

Grigoriev Sergey V. *– PhD in Engineering, Associate Professor, Chair "Radio- Electronic systems", Saint-Petersburg state University of civil aviation.*

Pilotov str., 38, St. Petersburg, 196210, Russian Federation.

Groshev Gennady M. *– Professor, Doctor of Engineering Sciences, Professor of the Department «Management of Maintenance Works» of Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University.*

Moskovsky pr., 9, St. Petersburg, 190031, Russian Federation, spbgroshev@gmail.com.

Guliy Ilia M. *– PhD., associate professor, department of transport economy of Emperor Alexander I St. Petersburg state transport university.*

Moskovsky pr., 9, St. Petersburg, 190031, Russian Federation, etran@pgups.ru.

Ivanchenko Vera N. – Associate professor, associate professor of history and human resource management of St. Petersburg State University of civil aviation.

Pilotov str., 38, St. Petersburg, 196210, Russian Federation,vera.ivanchenko2010@ yandex.ru.

Ivanova Maria Ol. *– Candidate of Economic Sciences, the associate professor and managing department of history and human resource management of St. Petersburg State University of civil aviation,*

Pilotov str., 38, St. Petersburg, 196210, Russian Federation, ivanova_mo@mail.ru.

Ivanovsky Nikolay V. *– Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor of the Department "Navigation and industrial fishing", Kerch State Technological University.*

Ordzhonikidze str., 82, Kerch, 298300, Russian Federation, invkerch@ yandex.ru.

Kaminnyk Oleg Al. *– operator 10th scientific company MAL 25 scientific and research department (research on the use of railway troops), Scientific and research institute of Military-System Studies Logistics AFRF.*

Voskresenskaya emb., 10A, St. Petersburg, 191123, Russian Federation, kaminnyk.oleg@ yandex.ru.

Kaminsky Valery Yu. *– Candidate of Engineering Sciences, Docent, Head of the Laboratory of Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences.*

12-th Line VO, 13, St.Petersburg, 199178, Russian Federation, Kaminskyvy@ yandex.ru.

Kavkazskiy Vladimir N. *– PhD in Engineering, Associate Professor, Deputy Head of the Department of Tunnels and Underground Railways of St. Petersburg State Transport University of Emperor Alexander I.*

Moskovsky pr., 9, St. Petersburg, 190031, Russian Federation, kavkazskiy_vn@ mail.ru.

Kiselenko Anatoly N. *– doctor of technical Sciences, doctor of economic Sciences, Professor, head of the laboratory of transport problems, Institute of socio-economic and energy problems of the North of the Komi scientific center of the Ural branch of the Russian Academy of Sciences federal research center «Komi scientific center of the Ural branch of the Russian Academy of Sciences».*

Kommunisticheskaya str., 26, Syktyvkar, Respublika Komi, 167982, Russian Federation, translab@iespn.komisc.ru.

Kizlyak Oleg P. *– Docent, PhD in Technical Sciences of Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University.*

Moskovsky pr., 9, St. Petersburg, 190031, Russian Federation, , guzel.spb@mail.ru.

Klimenko Aleksandr Al. *– operator 10th scientific company MAL 25 scientific and research department (research on the use of railway troops), Scientific and research institute of Military-System Studies Logistics AFRF .*

Voskresenskaya emb., 10A, St. Petersburg, 191123, Russian Federation, klimenkoaa@ bk.ru.

Kokurin Joseph M. *– Doctor (Tech), professor, main scientific researcher of the transport systems organization laboratory of Solomenko Institute for Transport Problems Russian Academy of Sciences.*

12-th Line VO, 13, St. Petersburg, 199178, Russian Federation, kokyrinim@mail.ru.

Komashinsky Vladimir I. *– Doctor of Technical Sciences, Deputy Director for Research of Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian academy of sciences.*

12-th Line VO, 13, St. Petersburg, 199178, Russian Federation, kama54@rambler.ru.

Korolev Andrey V. *– Ph.D., Associate Professor, Director of Unitary enterprise "BAMAP-Service".*

Babushkina str., 74, Minsk, 220024, Belarus.

Kovalev Konstantin Ev. *– Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department "Logistics and Commercial Work"of Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University.*

Moskovsky pr., 9, St. Petersburg, 190031, Russian Federation,kovalev_kostia@mail.ru.

Krasitskaya Lyudmila M. *– Candidate of Technical Sciences, associate Professor, Ph. D. ASU Department IUIT, Russian University of Transport (MIIT).*

Obrazcova str., 9b2, Moscow, 127994, Russian Federation, milkras@gmail.com.

Krasnov Vasili S. *– PhD in Military Science of Military Academy for Logistics General of the Army A.V. Khrulev.*

Voskresenskaya emb., 10, St. Petersburg, 191123, Russian Federation.

Kripak Marina N. *– candidate of Technical Sciences (Phd), associate Professor, Department of Automobile Transport of Sevastopol State University.*

Universitetskaya str., 33, Sevastopol, 299053, Russian Federation, marikol@yandex.ru.

Krylatov Alexander Yu. *– Ph.D., Associate Professor of Department of Mathematical Modelling of Energetic Systems of Saint Petersburg University.*

Universitetskaya emb., 7-9, St. Petersburg 199034, Russian Federation, a.krylatov@spbu.ru;

Researcher of Laboratory of the Organization of Transport Systems.

Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences.

12-th Line VO, 13, St. Petersburg, 199178, Russian Federation.

Kudryakov Sergey A. *– Doctor of Technical Sciences, Head of the Chair "Radio-Electronic systems", Saint-Petersburg state University of civil aviation.*

Pilotov str., 38, St. Petersburg, 196210, Russian Federation, psi_center@mail.ru.

Kushpil Igor V. *– junior researcher, Laboratory of the organization transport systems of Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences.*

12-th Line VO, 13, St. Petersburg, 199178, Russian Federation, i_kushpil@mail.ru.

Larchuk Dmitri A. *– graduate student of High School of Aeronavigation, Saint-Petersburg state University of civil aviation.*

Pilotov str., 38, St. Petersburg, 196210, Russian Federation, Jlap4yk@mail.ru.

Larin Oleg N. *– Doctor of Technical Sciences, Professor at the Department of Logistics Transport Systems and Technologies, Russian University of Transport (MIIT).*

Obrazcova str., 9b9, Moscow, 127994, Russian Federation, larin_on@mail.ru.

Lebedeva Olga A. *– Ph.D., Associate ProfessorAngarsk State Technical University.*

Tchaikovsky str., 60, Angarsk, 665835, Irkutsk Region, Russian Federation, kravhome@ mail.ru.

Ledyaev Alexander P. *– DSc in Engineering, Professor, Honored Worker of Higher Education in Russian Federation Head of the Department of Tunnels and Underground Railways of St. Petersburg State Transport University of Emperor Alexander I.*

Moskovsky pr., 9, Saint Petersburg, 190031, Russian Federation.

Lemeshkova Alesia V. *– researcher of Moscow department of Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences.*

12-th Line VO, 13, St.Petersburg, 199178, Russian Federation, aleslemesh@mail.ru.

Lomov Valery Al. *– candidate of technical sciences, senior researcher 25th research department (research on the use of railway troops) of Scientific and research institute of Military-System Studies Logistics AFRF Military Academy for Logistics General of the Army A.V. Khrulev.*

Voskresenskaya emb., 10, St. Petersburg, 191123, Russian Federation, Lomov-valera@mail.ru.

Lukin Vladimir N. *– Doctor of political sciences, Ph.D. of historical sciences, associate professor, Leading Researcher of Research and Publishing Center, Professor of the Department of Philosophy and Social Sciences, Saint-Petersburg University of the State Fire Service of EMERCOM of Russia.*

Moskovsky pr., 149, St. Petersburg, 196105, Russian Federation, lvn55555@mail.ru.

Lukomsky Yury A. *– Doctor of Engineering Sciences, Full Professor of Saint-Petersburg Electrotechnical University.*

Prof. Popov str., 5, St. Petersburg, 197376, Russian Federation, loucomsqui@mail.ru.

Lukyanova Yelena Yu. *– PhD in economics, docent of Management and Touristy Business Department, Academy of the Humanities and Pedagogic (branch) V.I. Vernadsky Crimean Federal University in Yalta.*

Sevastopolskaya str., 2, Yalta, Republic of Crimea, 298635, Russian Federation, lukianovahy@ukr.ne.

Makhonko Victor P. *– Doctor of Military Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Military Communications of Military Academy for Logistics General of the Army A.V. Khrulev.*

Makarova emb., 8, St. Petersburg, 199034, Russian Federation, victorpm0207@ gmail.com.

Malashchuk Petr A. *– PhD (technical), Senior Researcher of the Laboratory of transportation problems.*

Institute for Socio-economic and energy problems in North of Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russsian Academy of Sciences, Institute for Socio-Economic & Energy Problems of the North, Komi Science Centre.

Kommunisticheskaya str., 26, Syktyvkar, Respublika Komi, 167982, Russian Federation, translab@iespn.komisc.ru.

Malugin Alexey S. *– graduate student of High School of Aeronavigation, Saint-Petersburg state University of civil aviation.*

Pilotov str., 38, St. Petersburg, 196210, Russian Federation, MalNAS@mail.ru.

Malygin Igor' G. *– Doctor of Technical Sciences, Professor, Director of Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian academy of sciences.*

12–th Line VO, 13, St. Petersburg, 199178, Russian Federation, malygin_com@mail.ru.

Marchenko Aleksandra An. *– alumna of Saint-Petersburg University.*

Universitetskaya emb., 7-9, St. Petersburg, Russian Federation, 199034.

Mironovich Oleg M. *– senior researcher 25 scientific and research department (research on the use of railway troops), Scientific and research institute of Military-System Studies Logistics AFRF.*

Voskresenskaya emb., 10A, St. Petersburg, 191123, Russian Federation, o.t.mir@yandex.ru.

Miroshnik Alexandr An. *– graduate student of Military Academy for Logistics General of the Army A.V. Khrulev.*

Nab. Makarova, 8, St. Petersburg, 198511, Russian Federation, alexmiroschnik@mail.ru.

Muramovic Viktor G. *– Candidate of Engineering Sciences, Docent.*

Turku str., 23, St. Petersburg, 199178, Russian Federation, murvich@ yandex.ru.

Musienko Tamara V. *– Doctor of Political Science, Ph.D. of historical sciences, Associate Professor, Deputy Head of the University for Scientific Work, St. Petersburg University of the State Fire Service of EMERCOM of Russia.*

Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia.

Moskovsky pr., 149, St. Petersburg, 196105, Russian Federation, tvm77777@mail.ru.

Negreeva Valentina V. *– Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Economics and Law of the Institute of Life Safety, Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.*

Moskovsky pr., 149, St. Petersburg, 196105, Russian Federation, v.negreeva@mail.ru.

Nekrutova Sofya P. *– PhD student at the Department of Logistics Transport Systems and Technologies, Russian University of Transport (MIIT).*

Obrazcova str., 9b9, Moscow, 127994, Russian Federation, nekrutova.sofya@mail.ru.

Nemtin Vladimir G. *– Candidate of Economic Sciences, Professor, Senior Researcher of the Research Institute (Military System Studies of Material and Technical Support of the Armed Forces of the Russian Federation).*

Military Academy for Logistics General of the Army A V. Khrulev.

Voskresenskaya emb., 10, St. Petersburg, 191123, Russian Federation, s-zavalnuk @mail.ru.

Nikiforova Guzel I. *– Docent, PhD in Technical Sciences of Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University.*

Moskovsky pr., 9, St. Petersburg, Russian Federation, 190031, guzel.spb@mail.ru.

Perevyazkin Alexander Al. *– head of equipment design sector, Scientific Informative and Analytical Center - Branch of SC Russian Railway Scientific Institute.*

Blagodatnaya, 10, b.1, St. Petersburg, 199178, Russian Federation, perevsasha@ yandex.ru

Pham Van Tuan *– postgraduate of marine control systems state of Saint-Petersburg Electrotechnical University.*

Prof. Popov str., 5, St. Petersburg, 197376, Russian Federation, tuanhvhq@gmail.com.

Poltavskaya Yuliya O. *– Ph.D., Senior lecturer of the Department «Management of automobile transport» of Angarsk State Technical University.*

Chaikovsky Str., 60, Angarsk, 665835, Russian Federation, juliapoltavskaya@mail.ru.

Rogozinsky Gleb G. *– PhD, Associated Prof., Dept. of Radiocommunications and Broadcasting of St. Petersburg State University of Telecommunications. prof. M.A.Bonch-Bruevich.*

Bolshevikov ave., 22, building 1, St. Petersburg, 193232, Russian Federation;

Seniour Researcher of Solomenko Institute of Transport Problems the Russian Academy of Sciences.

12-th Line VO, 13, St. Petersburg, 199178, Russian Federation, gleb.rogozinsky@ gmail.com.

Romanov Nikolai N. *– Doctor of technical sciences, professor, senior researcher of the research department of Military Academy of Logistics and Transport named after General A.V. Khrulev.*

Voskresenskaya emb., 10, St. Petersburg, 191123, Russian Federation, vatt@mil.ru.

Rybitsky Vladimir An. *– Candidate of Military Sciences, associate Professor, senior researcher of The research Institute (military system research of material and technical support of the Armed forces of the Russian Federation).*

Military Academy for Logistics General of the Army A.V. Khrulev.

Voskresenskaya emb., 10, St. Petersburg, 191123, Russian Federation.

Sakovich S.Yu. *– Assistant professor of chair of automatic control systems and onboard computers, State Marine Technical University of Saint-Petersburg.*

Lotsmanskaya str., 3, St. Petersburg, Russian Federation, 190008, Sergeysakovich@mail.ru

Savushkin Sergey Al. *– Ph.D. (math.), Leading Researcher of Moscow department of Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences.*

12-th Line VO, 13, St. Petersburg, 199178, Russian Federation, ssavushkin@mail.ru.

Seliverstov Svyatoslav Al. *– PhD, Senior Researcher of the Laboratory of Intelligent Transport Systems of Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences.*

12–th Line VO, 13, St. Petersburg, 199178, Russian Federation, seliverstov_s_a@mail.ru.

Seliverstov Yaroslav Al. *– PhD, Senior Researcher of the Laboratory of Intelligent Transport Systems of Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences.*

12–th Line VO, 13, St. Petersburg, 199178, Russian Federation, seliverstov-yr@mail.ru.

Sergeev Arkady An. *– Ph.D., senior researcher at The research Institute (military system studies of material and technical support of the Armed forces of the Russian Federation).*

Military Academy for Logistics General of the Army A V. Khrulev.

Voskresenskaya emb., 10, St. Petersburg, 191123, Russian Federation, sergeev2903@ rambler.ru.

Sergeeva Tatyana G. *– Docent, PhD in Technical Science of Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University.*

Moskovsky pr., 9, St. Petersburg, Russian Federation, 190031, sergeeva@pgups.ru.

Shangutov Anton O. *– associate professor, Ph.D., doctoral candidate of Military Academy for Logistics General of the Army A.V. Khrulev.*

Makarova emb., 8, St. Petersburg, 190034, Russian Federation.

Shchukina Mariia Al. *– Sc.D. (psychology), Head of Department of the general, developmental and differential psychology of St. Petersburg state institute of psychology and social work.*

12 line of V.I., 13A, St. Petersburg, 199178, Russian Federation, corr5@mail.ru.

Shelgunov Oleg Ol. *– PhD Student of the Department of Tunnels and Underground Railways of St. Petersburg State Transport University of Emperor Alexander I.*

Moskovsky pr., 9, St. Petersburg, 190031, Russian Federation, ooshelgunov@gmail.com.

Shestakov Sergey A. *– senior specialist of Information Technology Centre, senior lecturer, Chair "Radio- Electronic systems", Saint-Petersburg state University of civil aviation.*

Pilotov str., 38, St. Petersburg, 196210, Russian Federation, SAShestakov@gmail.com.

Sheveleva Anna A. *– Junior Researcher of the Laboratory of transport problem.*

Institute of social-economic and energy problems in North of Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences of Federal Research Center «Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences».

Kommunisticheskaya str., 26, Syktyvkar, 167982, Russian Federation, AnyaSheveleva @inbox.ru.

Shirokolobova Anastasiya P. *– assistant of Department of Mathematical Modelling of Energetic Systems of Saint-Petersburg University.*

Universitetskaya emb., 7-9, St Petersburg, 199034, Russian Federation, a.shirokolobova @spbu.ru.

Shpektorov Andrew G. *– PhD, docent of marine control systems state of Saint-Petersburg Electrotechnical University.*

Prof. Popov str., 5, St. Petersburg, 197376, Russian Federation, agshpectorov@etu.ru.

Shutov Ivan N. *– Ph.D., Lecturer railway College of Emperor Alexander I Peterburg State transport university.*

Borodinskaya str., 6, St. Petersburg,191080, Russian Federation, shutov@sptgt.ru.

Shuvalov Denis V. *– Candidate of Technical Sciences, doctoral candidate of Military Academy for Logistics General of the Army A.V. Khrulev.*

Makarova nab., 8, St. Petersburg, 199034, Russian Federation, deonis.aphinsky@yandex.ru.

Siek Yu. L. – *Doctor of Technical science, professor of chair of automatic control systems and onboard computers, State Marine Technical University of Saint-Petersburg.*

Lotsmanskaya str., 3, St. Petersburg, 190008, Russian Federation, Siek@mail.ru.

Sinitskaya Olga A. *– head of the department of economic research of transport activities of Belarusian Research Institute of Transport «Transtekhnika».*

Platonova str., 22, Minsk, 220005, Belarus, tt@niit.by.

Sinitsyn Michael G. *– senior lecturer of the Department of Management of the fleet of Federal State Financed Educational Institute of Higher Education Siberian State University of Water Transport.*

Michurina str., 48, Novosibirsk, 630005, Russian Federation, mihail_sinitsyn@mail.ru.

Sokolova Iana V. *– Candidate of Economic Science (PhD), Deputy Head of Scientific-Educational Center for Innovative Passenger Transport of Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University.*

Moskovsky pr., 9, St. Petersburg, 190031, Russia, nozpgups@gmail.com.

Sugorovsky Anton V. *– Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department «Management of Maintenance Works» of Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University.*

Moskovsky pr., 9, St. Petersburg, 190031, Russian Federation, gthdsq555@yandex.ru.

Sugorovsky Artyom V. *– Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department «Railway Stations and Junctions» of Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University.*

Moskovsky pr., 9, St. Petersburg, 190031, Russian Federation, c123945@yandex.ru

Syndykov Evgeny U. *– PhD (economics), Senior Researcher of the Laboratory of transportation problems.*

Institute for Socio-economic and energy problems in North of Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russsian Academy of Sciences, Institute for Socio-Economic & Energy Problems of the North, Komi Science Centre.

Kommunisticheskaya str., 26, Syktyvkar, Respublika Komi, 167982, Russian Federation, translab@iespn.komisc.ru.

Tabolich Tatiana G. *– Ph.D., Associate Professor, Scientific Secretary of Belarusian Research Institute of Transport «Transtekhnika».*

Platonova str., 22, Minsk, 220005, Belarus, tt@niit.by.

Tarabaev Anton A. *– Junior Researcher of Laboratory of the organization of transport systems of Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences.*

12-th Line VO, 13, St.Petersburg, 199178, Russian Federation, anton200895@mail.ru.

Timchenko Vyacheslav S. *– Ph.D., Specialist in transport transportations LLC RTS, St. Petersburg union of scientists.*

Karl Fabergé Square, 8, St. Petersburg, 195112, Russian Federation, tim4enko.via4eslav @mail.ru.

Trubitsin Vladimir Vl. *– Chief of a course of faculty of Railway troops. Military institute (Railway troops and military communications) of Military Academy for Logistics General of the Army A.V. Khrulev.*

Suvorovskaya str., 1, Peterhof, St. Petersburg, Russia, 198504, maikl771@rambler.ru.

Tsyganov Vladimir V. *– Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Moscow department of Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences.*

12-th Line VO, 13, St.Petersburg, 199178, Russian Federation, av188958@akado.ru.

Vikulov Egor S. *– faculty «Railway operation and logistics» of Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University.*

Moskovsky pr., 9, Saint Petersburg, 190031, Russian Federation, mts@pgups.ru.

Vinichenko Victoria Al. *– Ph.D. (Economy), associate Professor of transport and Finance Economics Department of Federal State Financed Educational Institute of Higher Education Siberian State University of Water Transport.*

Michurina str., 48, Novosibirsk, 630005, Russian Federation, vika_06.07@mail.ru.

Vinogradov Vladimir N. *– Dr. Tech. sciences, professor of the department "Navigation and industrial fishing", Kerch State Technological University.*

Ordzhonikidze str., 82, Kerch, 298300, Russian Federation, esiap@mail.ru.

Vlasova Tatiana *– senior lecturer of the Department fire safety of buildings and automated fire extinguishing system of Saint Petersburg state University fire service of EMERCOM of Russia*

Moskovskiy pr., 149, St. Petersburg, 196105. Russian Federation.

Volodin Aleksey B. *– Ph.D. (technique), Director of the Scientific and Educational Center for Sea and River Transport of Russian University of Transport (MIIT).*

Obraztsova str., 9, Moskow, Russian Federation, 127994, ab.volodin@mail.ru.

Vologdin Roman Ol. *– Adjunct of the faculty of training of highly qualified personnel of Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.*

Moskovsky pr., 149, St. Petersburg, 196105, Russian Federation, romanvologdin@ mail.ru

Ugolkov Sergey V. *– Ph.D., associate Professor of system analysis and logistics Department of Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation.*

Bolshaya Morskaia str., 67, St. Petersburg, 190000, Russian Federation, common@aanet.ru

Yartchev Andrey V. *– deputy head of department, Scientific Informative and Analytical Center - Branch of SC Russian Railway Scientific Institute.*

Blagodatnaya str., 10, 1, St. Petersburg, 199178, Russian Federation, yarzev@yandex.ru.

Yashin Michael G. *– Ph.D., associate professor, associate professor of the department for the restoration of automation, telemechanics and communication on the railway. Military institute (Railway troops and military communications).*

Military Academy for Logistics General of the Army A.V. Khrulev.

Suvorovskaya str., 1, Peterhof, St. Petersburg, Russian Federation, 198504, maikl771@rambler.ru.

Zaitcev Anatoly Al. *– Doctor of Economic Science (DSc), Professor, Head of Scientific-Educational Center for Innovative Passenger Transport of Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University.*

Moskovsky pr., 9, St. Petersburg, 190031, Russian Federation, nozpgups@gmail.com.

Zavalnyuk Sergey I. *– Candidate of Technical Sciences, senior researcher at The research Institute (military system studies of material and technical support of the Armed forces of the Russian Federation), Military Academy for Logistics General of the Army A.V. Khrulev.*

Voskresenskaya emb., 10, St. Petersburg, 191123, Russian Federation s-zavalnuk@mail.ru.

Zedgenizov Anton V.*– Ph.D., Associate Professor, Department of Oil and Gas of Irkutsk National Research Technical University.*

Lermontov str., 83, Irkutsk, 664074, Russian Federation, azedgen@gmail.com.

Zenin Roman E. *– post-graduate student of the Department "Management and personnel management of the organization", Russian University of Transport (MIIT).*

Obrazcova str., 9b2, Moscow, 127994, Russian Federation, zre717@me.com.

Zenina Nadezhda N. *– Ph.D., assistant professor of «Management and organization human resource management» department, Russian University of Transport (MIIT).*

Obrazcova str., 9b2, Moscow, 127994, Russian Federation, znn1@yandex.ru.ru.

Zhuravleva Natalia A. *– Doctor of economics, professor, head of transport economy department of Emperor Alexander I St. Petersburg state transport university.*

Moskovsky pr., 9, St. Petersburg, 190031, Russian Federation, etran@pgups.ru.

Zolotaryov Mihail L. *– PhD in Military Science, Senior Researcher of Military Academy for Logistics General of the Army A.V. Khrulev.*

Voskresenskaya emb., 10, St. Petersburg, 191123, Russian Federation.

«ТРАНСПОРТ РОССИИ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ - 2018»

Материалы Международной научно-практической конференции

13-14 НОЯБРЯ 2018 ГОДА

Научное издание

ТОМ 1

Подписано в печать 15.12.2018	Заказ №	Формат
Печать цифровая	Объем	Тираж 150 экз.

Отпечатано в полиграфическом центре типографического комплекса
ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России
196105, Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 149