

Федеральное агентство научных организаций (ФАНО России)

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

Министерство транспорта Российской Федерации

ОАО «Российские железные дороги»

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

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

**«ТРАНСПОРТ РОССИИ:
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ -
2016»**

29-30 НОЯБРЯ 2016 ГОДА

**МАТЕРИАЛЫ
МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

ТОМ 2

Санкт-Петербург – 2016

Представлены труды научных работников, выступления которых проходили в рамках ежегодной Международной научно-практической конференции «ТРАНСПОРТ РОССИИ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ – 2016», проводимой в Санкт-Петербурге на базе Института проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук и Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России.

Сборник содержит материалы статей и выступлений, посвященных многочисленным проблемам в транспортном комплексе и путям их решения.

С65 Транспорт России: проблемы и перспективы - 2016. Материалы Международной научно-практической конференции. 29-30 ноября 2016 г. СПб.: ИПТ РАН. – Санкт-Петербург, 2016. Том 2. 381 с.

ISBN 978-5-9908209-9-9

ВБК 39

СОДЕРЖАНИЕ

Чижигов Э. Н. ФАКТОРЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.....	8
Малыгин И. Г., Цыганов В. В., Лемешкова А. В. ИНФОРМАТИЗАЦИЯ УСЛУГ ХОЛДИНГА «РЖД» НА ОСНОВЕ КАТАЛОГИЗАЦИИ.....	13
Решташ Агостон ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ПРИ РЕАГИРОВАНИИ НА АВАРИИ, СВЯЗАННЫЕ С ТРАНСПОРТИРОВКОЙ ОПАСНЫХ ГРУЗОВ.....	23
Чирич Раде, Крунич Таня ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОГРАФИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ.....	27
Маринов Марин Любенов ОСОБЕННОСТИ ДРЕЙФА И СПЕЦИФИКА ОРГАНИЗАЦИИ ПОИСКА ОБЪЕКТОВ НЕБОЛЬШОГО ВОДОИЗМЕЩЕНИЯ, ТЕРпяЩИХ БЕДСТВИЕ В МОРЕ.....	32
Иванов А. Ю. ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К ИНФОРМАЦИОННОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ.....	39
Ложкин В. Н. ОРГАНИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОЦЕССА КОМПЛЕКСНОГО МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ БОЛЬШОГО ГОРОДА (НА ПРИМЕРЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА).....	43
Мойся Д. Л., Энглез И. П., Ефименко А. Н. К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПЕРЕДАТОЧНОГО КОЭФФИЦИЕНТА МЕХАНИЗМА УПРАВЛЕНИЯ ПОЛУПРИЦЕПОМ ДВУХЗВЕННОГО АВТОПОЕЗДА.....	47
Киселенко А. Н., Малащук П. А. ВОРКУТА – КРУПНЫЙ ТРАНСПОРТНЫЙ УЗЕЛ РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ.....	52
Левин Д. Ю. УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЕЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕВОЗОК.....	55
Шаманов В. И. ОЦЕНКА РИСКОВ В СИСТЕМАХ ИНТЕРВАЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ.....	59
Жанказиев С. В., Забудский А. Ю., Морозов Д. Ю. ОПЫТ РАЗРАБОТКИ КООПЕРАТИВНЫХ И АВТОНОМНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	63
Кокурин И. М. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ.....	67
Грошев Г. М., Аланин В. В. СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВАРИАНТОВ ПРОПУСКА ТРАНЗИТНЫХ ПОЕЗДОПОТОКОВ.....	72
Зуб И. В., Ежов Ю. Е. КРИТЕРИИ ВЫБОРА СЕРВИСНОЙ СЛУЖБЫ ТРАНСПОРТНОГО ТЕРМИНАЛА.....	78
Вейко В. П., Петров А. А., Евстафьев А. М. ЛАЗЕРНАЯ ОЧИСТКА РЕЛЬСОВОГО ПУТИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОМ ТРЕНИЯ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ.....	84
Зенина Н. Н., Зенин Р. Е. МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ КАРТ ПОТОКА СОЗДАНИЯ ЦЕННОСТИ В БИЗНЕС- ПРОЦЕССАХ ОАО «РЖД»	88

Зенина Н. Н. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНСТИТУТОВ ТРАНСПОРТНОЙ КОМПАНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ LEGO SERIOUS PLAY.....	92
Крылатов А. Ю., Шихова К. А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ЭЛАСТИЧНОГО СПРОСА НА ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ОТ ТОПОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СЕТИ ИЗ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ МАРШРУТОВ.....	95
Внукова Н. В., Желновач А. Н., Аксенов В. А. ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ И ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ.....	98
Саид Моджиб Абдулхаким Саиф, Михалев О. А., Сорокин К. Н. КОГНИТИВНЫЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ РАДИОЧАСТОТНЫМ СПЕКТРОМ СЕТИ РАДИОСВЯЗИ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ.....	100
Ложкина О. В., Ложкин В. Н., Шкитронов М. Е., Rogozинский Г. Г. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОЦЕССА МОНИТОРИНГА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УГРОЗ, СВЯЗАННЫХ С ЭКСТРЕМАЛЬНО ВЫСОКИМИ ВЫБРОСАМИ АВТОТРАНСПОРТА (ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ В АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС "БЕЗОПАСНЫЙ ГОРОД").....	115
Терёшина Н. П., Подсорин В. А. ПОТЕНЦИАЛ ТРАНСПОРТНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ НАУКИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ КОММУНИКАЦИОННОЙ СРЕДЫ БУДУЩЕГО.....	119
Грачев А. А., Шутов И. Н. ФОРМИРОВАНИЕ КОРПОРАТИВНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ КАК УСЛОВИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ТРАНСПОРТА.....	127
Лукьянов А. С. ПСИХОЛОГИЯ УПРАВЛЕНИЯ ИННОВАЦИЯМИ: СОДЕРЖАНИЕ И РОЛЬ ПРЕДМЕТА В ПОДГОТОВКЕ ЛИДЕРОВ ИННОВАЦИЙ.....	132
Маликов О. Б. ТРАНСПОРТНО–СКЛАДСКИЕ СИСТЕМЫ В ЭКОНОМИКЕ СТРАНЫ.....	137
Еид М. М., Альмахрук М. М., Костикова Е. В., Фахми Ш. С. МЕТОДИКА ТЕСТИРОВАНИЯ КОДЕРОВ НА ОСНОВЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЬНОЙ ВЫБОРКИ ТРАНСПОРТНЫХ СЮЖЕТОВ.....	142
Комашинский В. И., Комашинский Д. В., Михалев О. А., Юдаев В. В. КОГНИТИВНЫЕ КИБЕР-ФИЗИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ТРАНСПОРТНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.....	148
Кульчицкий В. К., Мешалов Р. О. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАБОЧЕЙ ОБЛАСТИ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ СВЯЗИ ОВЧ ДИАПАЗОНА.....	153
Гаранин М. А., Вельмин С. А., Дементьева Ю. В. СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРИЧИН НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ НА ПРОИЗВОДСТВЕ.....	157
Демидов Н. Н., Добрецов Р. Ю., Лозин А. В., Медведев М. С., Филиппов А. Н. ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ И СПЕЦИАЛЬНЫХ ГУСЕНИЧНЫХ МАШИН ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ МЕХАНИЗМА ПОВОРОТА С НОВЫМИ СВОЙСТВАМИ.....	161
Крылов Ю. Е. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ПЕРЕВОДА АВТОМОБИЛЕЙ НА ЭЛЕКТРОПРИВОД.....	165
Альмахрук М. М., Гаврилов И. А., Мукало Ю. И., Фахми Ш. С. АЛГОРИТМЫ И УСТРОЙСТВА ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПО ОПОРНЫМ ТОЧКАМ	173

Сиек Ю. Л., Хуторная Е. В. АЛГОРИТМ ОЦЕНИВАНИЯ НАЧАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРИЕНТАЦИИ ПОДВОДНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА.....	180
Шаталова Н. В., Фахми Ш. С., Мукало Ю. И., Гаврилов И. А. ОБНАРУЖЕНИЕ И РАСПОЗНОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ.....	187
Артамонов В. В. АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ВЗГЛЯД НА МЕТОДОЛОГИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЦЕЛОМ И ТРАНСПОРТНУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ В ЧАСТНОСТИ.....	193
Беляев С. А., Остапченко Ю. Б., Кудряков С. А. ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОБЪЕКТАХ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ.....	198
Волков А. К., Юдаев В. В. ПРИМЕНЕНИЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМПЛЕКСА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДОСМОТРА.....	202
Волков А. К. ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОЦЕНКИ УЯЗВИМОСТИ ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ	206
Гвоздик М. И., Шилов А. Г. АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ МНОГОФАКТОРНОЙ ЗАДАЧИ ИЗБЕЖАНИЯ АВАРИЙ ВО ВРЕМЯ ДВИЖЕНИЯ АВТОТРАНСПОРТА, ИСПОЛЬЗУЯ АППАРАТ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ.....	207
Альмахрук М. М., Гаврилов И. А., Мукало Ю. И., Фахми Ш. С. ТРАНСПОРТНЫЕ ВИДЕОСИСТЕМЫ НА КРИСТАЛЛЕ: НОВЫЕ МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ РАСПОЗНАВАНИЯ	212
Турпищева М. С., Джахьяева С. Б., Нургалиев Е. Р. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ УЛИЧНО-ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ МЕТОДАМИ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ.....	218
Бадецкий А. П., Медведь О. А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ САМОНАСТРАИВАЮЩИХСЯ НЕЧЕТКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ О КОРРЕКТИРОВКЕ НАЗНАЧЕНИЙ ПЛАНА ФОРМИРОВАНИЯ ПОЕЗДОВ.....	221
Капиталинский А. С., Петров В. В. УЧЕТ ВНУТРИЧАСОВОЙ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ МНОГОПРОГРАММНОГО СВЕТОФОРНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ НА ПЕРЕКРЕСТКАХ.....	225
Козьмовский Д. В., Чудаков О. Е. ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМИ ПОТОКАМИ НА ПЕРЕКРЕСТКАХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ МЕГАПОЛИСА....	229
Таранцев А. А., Лукомская О. Ю., Васьков В. Т., Нодь А. П. ОБ ОПИСАНИИ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ «ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ЖИДКОСТЬ»	237
Мицура М. А. ПРОБЛЕМА БЕЗОПАСНОСТИ УЧАСТНИКОВ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В РОССИИ: СОЦИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ	247
Буслаева И. И. АНАЛИЗ РИТМОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ В ЯКУТСКЕ.....	251
Решетников А. П., Ишков А. М., Бояршинов А. Л. БЕЗОПАСНОСТЬ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА.....	255

Королев О. А., Тимченко В. С. ПЕРСПЕКТИВЫ ПЕРЕХОДА ОТ ПРИМЕНЕНИЯ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ К ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ПРОЦЕССЕ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ СПЕЦИАЛИСТОВ ТРАНСПОРТНОГО ВУЗА....	259
Черняева Г. В. ДРЕСС-КОД КАК ФАКТОР УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ КУЛЬТУРОЙ ПЕРСОНАЛА В ОРГАНИЗАЦИЯХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА	262
Таранцев А. А., Иванов С. А., Наумушкина К. А., Столярова А. А. О ПРОБЛЕМЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ПОЖАРА В ДВУХЭТАЖНЫХ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНАХ.....	266
Павлов С. А. ПРИМЕНЕНИЕ ВЫТЕСНЯЮЩЕЙ ВЕНТИЛЯЦИИ В ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТОННЕЛЕ НА УЧАСТКЕ КЫЗЫЛ-КУРАГИНО.....	270
Кияница Л. А. ОБЗОР И АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ СХЕМ УДАЛЕНИЯ ТЕПЛОИЗБЫТКОВ ОТ ХОДОВОЙ ЧАСТИ ПОЕЗДОВ МЕТРОПОЛИТЕНА.....	276
Коровяковский Е. К., Бадецкий А. П. ВЫБОР МАРШРУТА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ.....	280
Ковалев К. Е., Галкина Ю. Е., Васильев А. Б. ТРАНСПОРТНАЯ ЗАДАЧА ПЕРЕВОЗКИ ГРУЗА НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ С УЧЕТОМ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ	283
Кожушко Г. Г., Макарова Э. С. ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОСНАЩЕНИЕ ТРАНСПОРТНО- ЛОГИСТИЧЕСКОГО КЛАСТЕРА.....	287
Анталаев М. Н. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВНУТРИГРУНТОВОГО ИСТОЧНИКА ТЕПЛА НА ПРОМЕРЗАНИЕ-ОТТАИВАНИЕ ГРУНТОВОГО МАССИВА ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ.....	292
Кудряков С. А., Макаров В. В. АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ БЕСПИЛОТНОГО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА РОССИИ.....	296
Киселенко А. Н., Фомина И. В., Шевелёва А. А. ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СЕТИ АЭРОПОРТОВ ЕВРОПЕЙСКОГО И ПРИУРАЛЬСКОГО СЕВЕРА РОССИИ.....	300
Рубцов Е. А., Котов С. А., Рустамов Ю. М. АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА DOMINATOR ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ РОССИИ.....	303
Павлов С. Н., Семенов А. Г. КОНЦЕПЦИЯ ОДНОРОТОРНОГО ТОРОКОПТЕРА	307
Павлов С. Н., Семенов А. Г. КОНЦЕПЦИЯ МНОГОРОТОРНОГО ТОРОКОПТЕРА	311
Бартов П. С. ОТ УРБАНИЗАЦИИ К УМНОМУ ТРАНСПОРТУ.....	314
Илесалиев Д. И. К ВОПРОСУ О ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕГРУЗКИ ШТУЧНЫХ ГРУЗОВ ИЗ СКЛАДА В КОНТЕЙНЕР.....	319
Ковалев К. Е., Стародубцев А. Е. ВЛИЯНИЕ БЕЗОСТРЯКОВЫХ СТРЕЛОЧНЫХ ПЕРЕВОДОВ НА ЗАГРУЖЕННОСТЬ ОПЕРАТИВНОГО ПЕРСОНАЛА ПРОМЫШЛЕННЫХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЙ.....	322

Костенко В. В., Хомич Д. И., Тимченко В. С. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ОПТИМИЗАЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЛОКОМОТИВНОГО ПАРКА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПУТЕВЫХ РАБОТ.....	325
Жебанов А. В., Корбан В. В., Коркина С. В., Паренюк М. А., Щетина К. Ю. УСТОЙЧИВОСТЬ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА В УСЛОВИЯХ СКОРОСТНОГО ДВИЖЕНИЯ.....	329
Бородулин В. И., Клименко Е. Н., Кажметьева О. В. ГРАВИТАЦИОННЫЕ СТЕЛЛАЖИ - НАКОПИТЕЛИ ВАГОННЫХ КОЛЁСНЫХ ПАР.....	333
Платонов А.А. В РАЗВИТИЕ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА.....	337
Головин Д. В., Пестриков С. А., Петухов М. Ю. ПОДХОД К ВЫБОРУ ЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ БОЛИДА «ФОРМУЛА СТУДЕНТ ПНИПУ»	341
Харламов В. В., Шкодун П. К., Шетаков И. В. ТЕХНОЛОГИЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ МЕЖВИТКОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ ЯКОРНЫХ ОБМОТОК ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ.....	345
Павлов С. Н., Семенов А. Г. СПОСОБ ТУШЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ И ФОРМИРОВАНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ ДОЖДЕЙ ПУТЕМ ВЗРЫВАНИЯ ВОДОРОДНЫХ ДИРИЖАБЛЕЙ.....	350
Рубцов Е. А., Опарин А. И. СИСТЕМЫ РАННЕГО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ БЛИЗОСТИ ЗЕМЛИ ДЛЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.....	355

ФАКТОРЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

*Чижиков Эдуард Николаевич – генерал-лейтенант внутренней службы,
начальник ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России*

Аннотация. Проанализированы основные факторы обеспечения безопасности в ходе развития транспортной инфраструктуры Арктической зоны Российской Федерации с применением современных логистических концепций и инновационных маркетинговых коммуникаций, обеспечивающих существенную экономию бюджетных средств.

Ключевые слова: транспортная инфраструктура, воинские спасательные формирования МЧС России, факторы, направления разрешения существующих проблем, интеграция систем, материально-технические средства, оптимальные запасы и способы доставки, инновационные маркетинговые коммуникации, снижение финансовых затрат.

FACTORS ENSURING A SAFE ENVIRONMENT FOR THE DEVELOPMENT OF TRANSPORT INFRASTRUCTURE IN THE ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION

Chizhikov Eduard N. – lieutenant general of internal troops, Head of Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia

Abstract. The article analyzes the main factors of security in the development of transport infrastructure of the Arctic zone of the Russian Federation with the use of modern logistics concepts and innovative marketing communications that deliver significant budget savings.

Keywords: transport infrastructure, military rescue units EMERCOM of Russia, factors, directions of solving the existing problems, integration of systems, equipment, and supplies optimal delivery methods, innovative marketing communications, financial savings.

Государственная стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации (далее – АЗРФ) предусматривает разработку и реализацию ряда проектов в области развития транспортной инфраструктуры. В настоящее время в качестве приоритетных выделены проекты Белкомур, Северный широтный ход, Мурманский транспортный узел, строительство морского порта Сабетта и расширение порта Архангельск как взаимосвязанная инфраструктура Единой арктической транспортной системы [1-3].

Одним из основных элементов системы безопасности государства является транспорт, системообразующим началом которого как в мирное, так и военное время служат автомобильные дороги, объединяющие в единую транспортную систему другие виды путей сообщения. Поэтому важнейшей проблемой совершенствования дорожной инфраструктуры безопасности государства в АЗРФ является необходимость скоординированного развития единой сети автомобильных дорог, включающей к настоящему времени дороги разного назначения и разных форм собственности. Причем под координацией следует понимать не только рациональное начертание структуры сети и обоснование ее транспортно-эксплуатационных показателей, но и решение интересов различных пользователей дорог, включая МЧС России и подчиненные формирования и органы, выполняющие задачи в области безопасности в условиях чрезвычайных и иных кризисных ситуаций.

Состояние дорожной сети непосредственно влияет на возможность модернизации экономики, развитие интегрированных бизнес-структур и обеспечение обороноспособности государства. Наличие, транспортно-эксплуатационные показатели и уровень мобилизационной подготовки автомобильных дорог определяют необходимые условия для их использования ВС РФ, спасательных воинских формирований МЧС России, дорожного обеспечения действий группировок войск (сил) и их материально-технического обеспечения, а также устойчивой работы экономики страны в угрожаемый период и военное время [1-3]. Этим обусловлена значимость заблаговременной подготовки автомобильных дорог в целях сокращения перерывов движения на них за счет подготовки обходов опасных категорированных, объектов мостов-дублеров, мероприятий технического прикрытия, включая подготовку запасов дорожно-строительных материалов и мостовых конструкций, а также спецформирований Минтранса России – дорожно-мостовых отрядов.

Роль автомобильных дорог, как транспортных коммуникаций «двойного назначения» очевидна и в преодолении мирового экономического кризиса, напрямую повлиявшего на социально-экономическое состояние и развитие России. Опыт послевоенных лет показал, что США, Германия и другие страны Европы выходили из кризиса благодаря строительству новых и реконструкции существующих дорог. Прежде всего, это обусловлено тем, что капиталовложения в строительство и эксплуатацию автомобильных дорог не приводят к инфляции, а являются антиинфляционной мерой, крайне необходимой для нашей страны. Деятельность по строительству, реконструкции, ремонту и содержанию автомобильных дорог создает эффект мультипликации, выражающийся в создании стимулов для развития других производств и в получении экономических выгод пользователями дорог.

Деятельность по развитию транспортной инфраструктуры в Арктической зоне подвержена воздействию факторов опасности, порождающих возникновение природных и техногенных чрезвычайных ситуаций. Политика и стратегия развития АЗРФ и обеспечения национальной безопасности требует создания эффективной системы комплексной безопасности. Развитие транспортной инфраструктуры в ближайшей и среднесрочной перспективе потребует совершенствования системы предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, проведения поисково-спасательных работ в АЗРФ и их бесперебойное материально-техническое обеспечение (МТО). Собственно, активизация усилий государства и бизнеса в направлении строительства новых и реконструкции существующих транспортных коммуникаций поставлена перед необходимостью учета факторов, которые представлены тремя основными группами.

К первой группе относятся факторы, связанные с реализацией экономических интересов страны в АЗРФ. Свертывание геологоразведочных работ в Арктике после 1991 г., а также отсутствие в настоящее время бурового флота для проведения работ в Арктике обусловили низкую степень разведанности арктического континентального шельфа Российской Федерации. Активизация добычи углеводородов в последние годы была связана с заключением договоров с иностранными компаниями на использование морских буровых установок. Со второй половины 2014 г. использование таких установок сдерживается санкциями, введенными странами Запада из-за позиции России по украинскому кризису. Причем потенциал добычи сосредоточен только в западной части континентального шельфа РФ (Баренцево, Печорское и Карское моря), а разведанность шельфа в акваториях моря Лаптевых, Восточно-Сибирского и Чукотского морей продолжает оставаться нулевой. В то же время на сегодняшний день продолжает активно развиваться добыча топливно-энергетических ресурсов, в первую очередь природного газа, в материковой части АЗРФ с созданием соответствующей экономической и социальной инфраструктуры. Обозначенным факторам соответствует группа рисков, связанных с освоением природно-сырьевой базы арктических регионов с отсутствующей транспортной инфраструктурой [4,5].

Вторая группа факторов связана с необходимостью защиты суверенитета России в АЗРФ. Геополитические интересы России на северном векторе включают поддержание на должном уровне военного потенциала на Севере, в том числе ракетно-ядерного комплекса морского базирования, а также четкое определение российских северных границ, нейтрализация проблемы территориальных притязаний со стороны приграничных государств. С этой целью осуществляется формирование силовой компоненты, а именно создание группировки войск (сил) общего назначения Вооруженных Сил РФ, других войск, спасательных воинских формирований и органов в АЗРФ, способной обеспечить военную безопасность в различных условиях военно-политической обстановки. В рамках военного строительства в АЗРФ развивается и транспортная компонента военного и двойного назначения. Сюда в основном относятся морские и речные порты, аэродромная сеть и аэропорты совместного базирования. Соответственно появляется группа рисков, связанная с военной деятельностью в АЗРФ, причем как на материковой части, так и на территории морских и речных акваторий.

Третья группа включает факторы повышенного интереса к временному или постоянному пребыванию на территориях АЗРФ, возникающего у достаточно широких слоев населения, которые возможно разделить на две условные части. Во-первых, это повышенная популярность различных видов туризма в регионе, в том числе экстремального. Сюда относятся лыжные переходы, парашютные прыжки на Северный полюс, плавание по Северному морскому пути, вездеходные переходы в районы Крайнего Севера и полеты на воздушных шарах. Во-вторых, это растущая численность постоянного или условно постоянного (пребывающего в регионе несколько месяцев или лет) некоренного населения. В основном это специалисты отраслей, связанных с развитием экономического потенциала АЗРФ, военнослужащие и члены их семей. Соответственно возникает группа факторов риска, связанная с повышением доли неподготовленного к местным условиям контингента, в том числе чрезвычайных ситуаций природного характера в новых местах присутствия людей, а также природных пожаров.

В этой связи разработана Концепция развития сил и средств МЧС России по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности в АЗРФ [6]. В дополнение к действующим в АЗРФ формированиям и организациям МЧС России организуются спасательные воинские формирования с задачами обеспечения проведения поисково-спасательных работ (суша, море) и мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций в зоне ответственности, а в случае необходимости и за ее пределами. С этой целью предусматривается создание в отдельных формированиях специальных подразделений, в частности:

- в регионах с повышенной опасностью природных пожаров – группы по тушению лесных и торфяных пожаров;
- в регионах с повышенной опасностью паводков – группы по предупреждению образования и ликвидации ледяных заторов.

При планировании мероприятий по развертыванию спасательных воинских формирований необходимо учитывать огромный охват территории от Мурманска до Чукотки, на которой располагаются спасательные подразделения, их удаленность от основных объектов транспортной инфраструктуры, а также природно-климатические, физико-географические и социально-демографические факторы.

Арктическая зона существенно отличается от регионов центральной и южной России своими природно-климатическими условиями, демографической ситуацией и степенью социально-экономического развития:

- характерными являются скачкообразные изменения погоды, сильные ветра, частые снегопады, метели, позёмки, сплошная низкая облачность, морозящие дожди, туманы, продолжительная полярная ночь. Средняя температура января в районе материкового побережья колеблется в пределах -25 , -30°C . Средняя температура июля на побережье до

+2°C, в материковых районах до +10°C. В течение всего лета возможны снежные заряды и заморозки;

- территория Арктики малообжита, а в отдельных местах совершенно безлюдна: средняя плотность населения в Арктической зоне России составляет 0,1-0,2 чел. на 1 км²;

- местная производственно-экономическая база и наземная транспортная инфраструктура практически отсутствуют, особенно в восточной части Арктической зоны России (за исключением отдельных районов Мурманской области и Ямало-Ненецкого округа);

- инфраструктура МТО в этих районах также практически отсутствует не только у МЧС России, но и у Минобороны России.

Указанные факторы, очевидно, обуславливают основные проблемы создания арктических воинских спасательных формирований:

- особенности эксплуатации техники в арктических условиях вызывают необходимость модификации (доработки) образцов (комплексов, систем), тактико-технические характеристики которых будут обеспечивать их эффективное применение в условиях Арктики (в перспективе – создания особых арктических образцов);

- постоянный арктический холод, снежный покров, льды и торосы, резкие перепады температур, повышенная влажность, бездорожье, продолжительная полярная ночь (день) требуют особой арктической экипировки личного состава спасательных формирований, МТС и имущества органов МТО МЧС России (высокоэнергетического продовольствия, средств обогрева, топлива, полевого лагерного имущества и др.), а также организации специальной подготовки органов МТО к применению в арктических условиях;

- удаленность объектов транспортной инфраструктуры и элементов стационарной производственно-складской базы вызывают необходимость создания (содержания) повышенных запасов комплектов материальных средств, адаптированных к использованию в условиях Арктики;

- ограниченные сроки Северного экспедиционного завоза, климатические особенности и характерные особенности транспортной инфраструктуры Арктической зоны существенно усложняют организацию подвоза и прием материальных средств из центральных и региональных органов МТО МЧС России, требуют наличия высокопроизводительных средств механизации (в перспективе – автоматизации, роботизации) погрузочно-разгрузочных работ, складов и хранилищ для содержания значительных объемов различных МТС;

- особенности применения группировок МЧС России Арктической зоны по отдалённым изолированным направлениям в условиях удаления от основных транспортных путей и в островной зоне Северного Ледовитого океана вызывают необходимость приоритетного использования воздушного транспорта для оперативного маневра силами и средствами МТО, решения задач подвоза МТС и эвакуации пострадавших от ЧС. Это требует наращивания возможностей и оптимизации применения авиации в интересах МТО группировок МЧС России в Арктической зоне, а также дальнейшего развития аэродромной сети в рамках проведения мероприятий по государственным программам развития транспортной инфраструктуры в АЗРФ;

- неразвитость (отсутствие) местной производственно-экономической базы в Арктической зоне исключают возможность аутсорсинга работ и услуг МТО спасательных и других структурных подразделений спасательных воинских формирований и требуют строительства системы МТО на принципах целостности и функционально-целевой замкнутости (самодостаточности) её функциональных подсистем и структурных элементов с использованием инновационных маркетинговых коммуникаций [7];

- особенности демографической ситуации (практическое отсутствие мобилизационного людского ресурса в регионах Арктической зоны) делают невозможным создание резервных формирований МЧС России и оперативное наращивание сил и средств при создании спасательных воинских формирований и их функционировании в период кризисных

ситуаций, поэтому представляется, что состав учреждений, организаций и подразделений в Арктической зоне целесообразно содержать по штатам и табелям, обеспечивающим решение задач в заданном объеме в режиме ЧС;

– в условиях природно-климатических особенностей Арктики в сочетании с неразвитостью социально-коммунальной сферы этого региона представляется целесообразным в составе подсистемы эксплуатации имущественных фондов, обеспечения коммунальными услугами и топливно-энергетическими ресурсами воинских спасательных формирований иметь структурные подразделения МТО, предназначенные и специально подготовленные для решения задач по содержанию стационарных военных городков в условиях Заполярья, а также оперативному развёртыванию и содержанию полевых пунктов временного базирования формирований МЧС России на направлениях и в районах наращивания группировки сил.

Таким образом, выполненный анализ факторов и проблем обеспечения безопасности развития транспортной инфраструктуры Арктической зоны, позволяет определить конкретные практические меры по снижению финансовых затрат при одновременном повышении эффективности этих мероприятий.

Список литературы

1. Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу. Утв. Президентом Российской Федерации № Пр-1969 18 сентября 2008 г.

2. Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года утверждена Президентом Российской Федерации № Пр-232 20 февраля 2013 г.

3. Об утверждении государственной программы «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации на период до 2020 года». Постановление Правительства Российской Федерации от 21 апреля 2014 г. № 366.

4. Паничкин И.В. Проблемы освоения российского арктического шельфа. <http://proarctic.ru/23/11/2015/resources/19076#read>.

5. Павленко В.И. Опыт и перспективы политического и экономического сотрудничества приарктических стран в целях обеспечения безопасности в Арктике // Вестник Совета безопасности Российской Федерации. 2011. № 5.

6. Чижиков Э.Н. Накопление и внедрение в МЧС России знаний и передового опыта по работе спасателей в Арктических условиях: апробация методик образовательных программ, опытная эксплуатация технических средств // Доклад на рабочем совещании «Перспективные направления развития АСУНЦ «Вытегра» в комплексной системе обеспечения безопасности жизнедеятельности в Арктической зоне Российской Федерации» 21 марта 2016 года. Вытегра. 2016.

7. Афанасьев М.В., Бабенков В.И., Бардулин Е.Н. Управление и маркетинговые коммуникации инновационного развития России // Управление экономикой: методы, модели, технологии: материалы XIV Международной научной конференции. Уфа: УГАТУ. 2014. С. 176-180.

ИНФОРМАТИЗАЦИЯ УСЛУГ ХОЛДИНГА «РЖД» НА ОСНОВЕ КАТАЛОГИЗАЦИИ

Малыгин Игорь Геннадьевич – доктор технических наук, профессор, директор

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

*Лемешкова Алеся Валерьевна – младший научный сотрудник, Московский отдел
ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук*

Аннотация. С позиций теории больших транспортных систем, разработан подход к развитию клиентоориентированности и каталогизации услуг в системе антикризисного управления холдингом «РЖД». На основе этой теории и системного анализа больших массивов информации, разработаны методы и процедуры каталогизации комплексных услуг, оказываемых холдингом «РЖД».

Ключевые слова: транспорт, железная дорога, услуга, управление, клиентоориентированность, каталог, информация, оценка.

INFORMATIZATION SERVICES HOLDING "RZD" ON THE BASIS OF CATALOGING

Malygin Igor G. – Doctor of Technical Sciences, Professor, director

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

Lemeshkova Alesia V. – Junior Researcher Moscow department

Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences

Abstract. From the standpoint of the theory of large transport systems, we developed an approach to the development of customer-oriented and cataloging in the crisis management system services holding company «Russian Railways». On the basis of this theory and systems analysis of large volumes of information, methods have been developed and cataloging procedures for integrated services, provided the holding company «Russian Railways».

Keywords: transport, railway, service, management, customer, catalog, information, evaluation

В основе многих проектов совершенствования управления холдингом «РЖД» лежит теория больших транспортных систем [1]. Один из элементов управления холдингом «РЖД» - клиентоориентированный подход. Он дает дополнительные возможности, особенно в условиях кризиса и спада объемов продаж, когда на рынке нужно бороться за каждого клиента. На первый план выходит необходимость повышения качества и расширения номенклатуры оказываемых услуг, разработки новых решений, в том числе по индивидуальным запросам клиентов.

В связи с этим показателен опыт холдинга «Немецкие железные дороги» (Deutsche Bahn - DB). До трансформации DB сталкивалась с множеством проблем, связанных с недостаточной клиентоориентированностью. Одна из них заключалась в неразвитости культуры бизнеса: менеджмент DB мыслил в рамках своих бизнес-блоков, и не учитывал общие цели. Соответственно, его подход к продажам ориентировался на выручку своего подразделения. Еще один минус - разрозненное оперативное планирование движения со стороны многочисленных департаментов, расположенных в разных регионах и странах, что приводило к неэффективному использованию потенциала DB. Отсутствовали также:

- единые коммерческие условия при оказании одних и тех же услуг;

- лицо, ответственное за загрузку активов DB;
- общая стратегия развития сети, подразумевающая формирование транспортных коридоров и др.

В результате, работа DB осложнялось множеством межфункциональных конфликтов. Так как организационная структура DB была довольно сложной, существовали непреодолимые барьеры в коммуникации между подразделениями. Вкупе все эти недостатки приводили к потере фокусировки на интересах потребителя. Ориентация на клиента стала одним из элементов антикризисного управления DB и дала перевозчику новые, особо ценные в условиях спада перевозок возможности.

С аналогичными проблемами сталкивался и холдинг «РЖД» (далее кратко – холдинг). На организацию его транспортно-логистического бизнеса влияли как традиционные недостатки плановой экономики, так и частичная либерализация железнодорожной отрасли. Результат - дублирование функций внутри холдинга. В целом же создалась ситуация, когда производственная служба превалирует над коммерческой, а последняя не обладает инструментами влияния на перевозочный процесс. Требуют совершенствования и процессы сопровождения продаж и коммерческой работы с клиентами. Исправить ситуацию могли бы два ключевых решения:

- формирование предложения услуг, интегрированного как с продажами, так и с производственными операциями;
- обслуживание клиентов по принципу «одного окна».

Заметим, что теоретическую основу управления крупномасштабной транспортной организацией в условиях изменений предоставляет теория больших транспортных систем [1]. В её основе лежат такие организационные принципы, как прогрессивность, комплексность, согласованность, интеллектуальность, мультипликативность, адаптивность. На их основе разработана концепция организационного управления развитием больших систем ПРОКСИМА (ПРОгрессивность, КОмплексность, СОгласованность, ИНтеллектуальность, МУльтипликативность, АДАптивность), применяемая в разных областях [2,3]. Рассмотрим с этих теоретических и методологических позиций проблему развития клиентоориентированности холдинга «РЖД».

Системный подход и принципы развития клиентоориентированности. Новым для холдинга является системный подход к клиентоориентированности, как способности формировать дополнительный поток заказчиков за счет более полного удовлетворения их потребностей. Главное в нем – насколько холдинг ориентирован на клиента. Решать это может только клиент, а не менеджмент холдинга. Второе – ориентацию на заказчика должен сопровождать рост доходов холдинга. Третье – компания должна поддерживать интересы ключевых клиентов. При этом понятие «клиент» не ограничивается потребителями услуг. Необходимо формировать и внутреннюю клиентоориентированность, то есть обеспечивать согласованную работу бизнес-блоков, отвечающих за инфраструктуру и грузовые перевозки, предоставление транспортно-логистических услуг и развитие [4].

Поворот к потребителю связан с решением двух фундаментальных вопросов: какие критерии наиболее важны для заказчика и как им соответствовать? Задача – кардинально изменить отношения с клиентами, внедрить технологии перевозочного процесса, ориентированные на высокое качество их обслуживания (включая доставку «от двери до двери», сквозное экспедирование и др.).

Технологической основой повышения эффективности перевозочного процесса, как для холдинга, так и для его клиентов, в первую очередь, является организация движения грузовых поездов по расписанию. Это позволит соблюдать сроки доставки грузов, повысить качество и расширить номенклатуру сопутствующих услуг. Необходимо тесное взаимодействие с клиентами в части получения достоверной информации по объемам перевозимых грузов. Заблаговременная подача заявок до момента разработки и формирования месячного плана погрузки, соответствие указанных в них объемов возможностям грузоотправителей,

внесение необходимых корректировок по датам отгрузки позволят эффективно использовать инфраструктуру и локомотивы.

Для обеспечения клиентоориентированности важна не только транспортная, но и логистическая деятельность. Грузоотправители, привлекая по аутсорсингу специализированные логистические компании холдинга для организации перевозки и доставки своей продукции, решают для себя целый ряд задач: от снижения уровня транспортных расходов до развития своих технологий и повышения качества продукции. Интегрированные логистические услуги типа 3PL и 4 PL позволяют эффективно управлять поставками и заказами, определять оптимальный маршрут и условия складирования, организовывать экспедирование и комплекс сопутствующих услуг. Такие услуги с высокой добавленной стоимостью имеют стратегическое значение, так как позволяют удержать клиента и обеспечивают дополнительный спрос на услугу базовой перевозки. В перспективе сегмент услуг с высокой добавленной стоимостью будет расти опережающими темпами за счет услуг типа 3PL и 4PL, консолидации компаний холдинга и усложнения логистических цепочек.

Для повышения качества предоставляемых услуг, освоения новых, ранее недоступных рынков, а также укрепления конкурентных позиций и усиления присутствия на имеющихся рынках, холдинг должен предоставлять необходимый ассортимент услуг под потребности каждого рыночного сегмента, поддерживая при этом оптимальное соотношение «цена-качество». Сегодня одни клиенты готовы оплачивать высокое качество перевозки и дополнительные услуги, а другие – стандартные услуги при низких тарифах. Поэтому в интересах и холдинга, и клиентов диверсифицировать портфель предоставляемых услуг таким образом, чтобы он максимально соответствовал разным рыночным запросам.

Для эффективной клиентоориентированности необходимо четкое распределение функционала холдинга между его структурными единицами, координация и согласование их деятельности, исключение внутренней конкуренции. Если отдельные бизнес-единицы холдинга заинтересованы исключительно в извлечении прибыли для себя и достижении своего успеха (например, KPI), то эффективность холдинга в целом оказывается гораздо ниже, чем при согласованной работе на общий результат. Связи между подразделениями на горизонтальном уровне должны быть более тесными. Когда приходит клиент, ему нужно помочь, при необходимости, направить в другую бизнес-единицу, а не говорить, что он обратился не по адресу. Нередко именно разрыв во внутренних коммуникациях провоцирует потенциального клиента уйти к конкурентам, в том числе на другие виды транспорта [5].

Стратегия развития клиентоориентированности. Необходима разработка стратегии развития клиентоориентированности, в первую очередь, корпоративной политики внутренней и внешней клиентоориентированности, соответствующей общей стратегии развития холдинга. Важно также разработать концепцию и методологию клиентоориентированности, позволяющую решать текущие задачи (например, создания системы анкетирования клиентов). Сначала разрабатывается единая политика, затем – концепция (включая детализированные варианты по каждому виду бизнеса) и методология (включая инструменты и механизмы ее реализации), а также методы оценки и программы внедрения. К текущим задачам относятся формирование оптимального пакета услуг, исключая внутрихолдинговую конкуренцию, и создание единого их каталога. Организация сквозных процессов от момента планирования услуги до ее реализации подразумевает интеграцию действий в масштабах сети.

Рассмотрим более детально этапы развития клиентоориентированности. Во-первых, необходимо определить состояние понимания подразделениями своих функций в реализации как внешней, так и внутренней клиентоориентированности. В процессе этого исследования выявляются основные проблемные точки и разрабатываются методические рекомендации для формирования единого для всех подразделений холдинга восприятия принципов и идеологии клиентоориентированности. Далее необходимо определить функции подразделений, филиалов и дочерних обществ холдинга по развитию клиентоориентированности и повыше-

нию качества предоставления услуг, как во внешнем, так и во внутреннем контуре (в частности, на региональном уровне).

Следующим этапом должно стать формирование корпоративной системы внутренней и внешней клиентоориентированности холдинга, призванной закрепить единство принципов, подходов, методов и системных решений, а также инструментов и механизмов развития клиентоориентированности, показателей оценки результатов деятельности в этой области на всех уровнях управления. На четвертом этапе предполагается разработать идеологическую и методологическую платформу – Единую политику клиентоориентированности холдинга. Пятый этап – разработка Концепции развития клиентоориентированности. Это более обширный документ, который определит организационную структуру, инструменты реализации, механизмы функционирования и показатели эффективности.

После этого можно будет сформировать пакет концепций по каждому виду бизнеса. Особенности каждой из этих концепций зависят от клиентской базы, географии грузооборота и других факторов. В частности, клиентская база холдинга высоко концентрирована - на 200 крупнейших отправителей приходится 80 % грузопотока. Прочие отправители сильно фрагментированы по размеру отправок: в среднем 20 тыс. крупнейших после топ-200 грузоотправителей отправили менее 200 вагонов в 2007 году. География грузооборота в России также высоко концентрирована – на 200 крупнейших станций приходится около 70 % всех отгрузок по тоннажу. При этом в их грузопотоке высока доля маршрутов и крупных групп вагонов. По остальным 3000 средним и мелким станциям объем отгрузки в 2007 году составил менее 2000 вагонов в год (около 5 вагонов в день), а отправка в этом сегменте рынка почти на 100 % является повагонной и групповагонной. Следовательно, нельзя ставить знак равенства между клиентоориентированностью и повышением доходов. В противном случае приоритет по-прежнему будет отдан крупным клиентам, а остальные останутся в тени, поскольку не генерируют крупные доходы. В вышеуказанных концепциях по каждому виду бизнеса будут согласованы эти и другие вопросы и понятия.

На следующем этапе будут разработаны планы мероприятий и программы обучения персонала. Далее планируется разработать нормативные документы и стандарты в сфере клиентоориентированности, отражающие специфику каждой услуги. Для этого требуется разработка принципов и методики формирования каталога услуг холдинга, разработки стандартов их качества и создания системы контроля их выполнения.

Каталогизация услуг (КУ) – совокупность процессов и операций по разработке и актуализации каталога услуг холдинга, стандартов их качества и системы контроля их выполнения. По сути, КУ – это контроллинг услуг [6]. КУ проводится с помощью методов и процессов сбора и обработки информации об услуге – описания, классификации, предметизации, стандартизации. КУ опирается на систему управления качеством холдинга [7].

КУ является одной из подсистем управления холдингом «РЖД». Это дает возможность использовать при организации и проведении КУ теорию, методологию, методы, алгоритмы и программы управления крупномасштабными транспортными и иными большими системами [1-3]. На их основе разрабатываются принципы КУ крупномасштабной организации [8]. Рассмотрим вначале роль и место КУ в системе управления.

Роль и место каталогизации услуг в системе управления. В условиях быстрых изменений, менеджер обычно не имеет времени детально анализировать каждый сложный механизм управления. Для того чтобы принимать решения, он использует предельно упрощенные, качественные модели - архетипы, как своеобразные иероглифы, образующие язык общения руководителей. Владелец этого языка может быстро упорядочивать и обрабатывать много информации. Обучая руководителей языку архетипов, можно повысить скорость их общения и гибкость организации.

Интеллектуализация управления большими транспортными системами в условиях перемен связана с использованием адаптивных архетипов, резко упрощающих понимание и вы-

работку решений [3]. В её основе лежит когнитивный подход – метод анализа и синтеза управления, основанный на познании, поиске взаимосвязей событий и явлений. Такой подход предполагает выработку когнитивного управления, включающей выявление проблем, выбор методов их решения и управляющих воздействий, контроль на основе обратной связи. Он предполагает также построение и анализ когнитивной карты – графа, вершины которого соответствуют объектам (целям, событиям, действиям), а дуги между вершинами – связям между объектами. Совокупность соединяющих объекты дуг отражает последовательность их действий.

Когнитивный подход позволяет понять роль и место КУ в базовом механизме организационного управления. Рассмотрим простую когнитивную карту – двухуровневую организационную систему (оргсистему), на верхнем уровне которой находится орган управления - Центр, а на нижнем – объект управления. Основные функции Центра (процедуры управления), составляющие адаптивный механизм функционирования системы – анализ и оценка, планирование, обеспечение ресурсами, стимулирование (рис. 1).

Систему, представленную на рис. 1, называют адаптивным архетипом – базовым модулем для построения иерархических моделей организаций разной природы и масштаба [1-3]. Основные функции (процедуры) каталогизации услуг – анализ и оценка – обеспечивают этот базовый модуль информацией. Они лежат в основе реализации процедур: обеспечения ресурсами и развития потенциала; нормирования и планирования заданий; мотивации и стимулирования. Это определяет роль и место КУ, как одной из подсистем управления услугами. В свою очередь, это кардинально расширяет возможности использования при организации и проведении КУ теорию, методологию, методы, алгоритмы и программы управления большими системами [1-3]. Например, адаптивные механизмы количественной оценки позволяют формировать нормативы и количественные оценки услуг. Адаптивные механизмы качественной оценки формируют нормы и ранги услуг. Адаптивные механизмы количественной и качественной оценки объединяются в адаптивные механизмы оценки и ранжирования, позволяющие проводить бенчмаркинг - сопоставление услуг с лучшими отечественными и зарубежными аналогами [1].

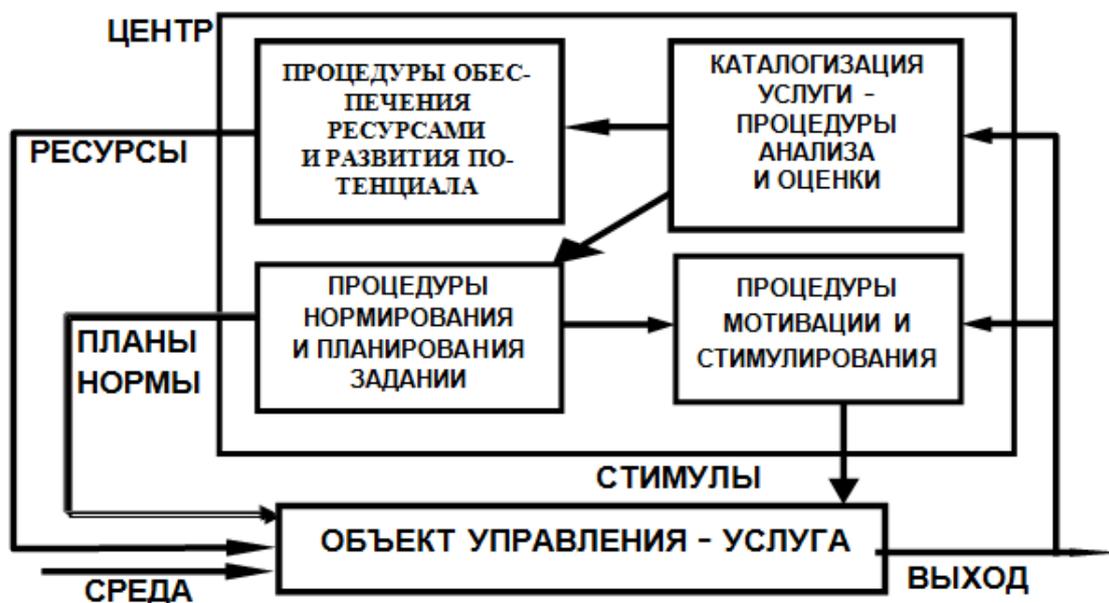


Рисунок 1 – Роль и место каталогизации услуг в базовом организационном механизме управления

Области каталогизации услуг. Множество, типы и особенности применений КУ определяется множеством, типами и особенностями услуг, оказываемых холдингом «РЖД». Как было показано выше, КУ является одним из элементов управления ею. Поэтому для разработки методов КУ также используется теория и методология больших систем [1-3]. Целевая направленная и последовательная КУ в определенной области предполагает построение дерева применений КУ. Оно может быть очень сложным, а его построение – весьма трудоемким. Каждая КУ связана с конкретным объектом. Поэтому и дерево применений КУ подобно дереву услуг в определенной области, т. е. определяется отраслевой структурой услуг. Соответственно, и классификация применений КУ подобна классификации услуг. Следовательно, необходимо рассматривать классификацию видов КУ в зависимости от типов объектов.

Дуальная концепция создания методик каталогизации услуг: разработка и обучение. Как уже указывалось, в холдинге реализуется масштабная стратегия и программа развития клиентоориентированности. Для этого требуется эффективная методика КУ [9]. Для её создания в кратчайшие сроки менеджерами холдинга и разработчиками методики КУ была принята дуальная концепция, предполагающая одновременную разработку методики КУ и циклы её апробации лицами, принимающими решения (ЛПР) и экспертами холдинга. Для этого в режиме организованной коммуникации извлекались знания ЛПР и экспертов холдинга. Эти знания использовались не только для совершенствования проекта методики КУ, представленного его разработчиками, но и для обучения ЛПР и экспертов холдинга основам и стандартам КУ, а также практике и специфике КУ железнодорожного транспорта.

Многоканальная концепция каталогизации услуг. Для масштабного проведения КУ менеджерами холдинга и разработчиками методики КУ была разработана многоканальная концепция КУ, предполагающая одновременно обучение, адаптацию, самоорганизацию, управление и информационную поддержку КУ. Эта концепция предполагает циклы обучения ЛПР и экспертов холдинга основам и стандартам КУ, а также практике и специфике КУ в железнодорожной отрасли. Более широкое обучение может проводиться в Корпоративном университете холдинга. Одновременно могут проводиться мероприятия по адаптации и самоорганизации ЛПР и трудовых коллективов холдинга к условиям масштабного и перманентного проведения КУ силами как внутренних, так и внешних экспертов-каталогизаторов. Руководство холдинга обеспечивает управление и информационную поддержку КУ, в форме создания базы данных о проведенных КУ. В результате создается корпоративная многоканальная система КУ. Для реализации многоканальной концепции, необходимо уже на ранней стадии готовить пилотные проекты КУ.

Каталогизация комплексной услуги. Основным этапом каталогизации комплексной услуги (ККУ) – сбор и анализ информации. Однако за простотой этого определения скрывается сложнейшая задача. Ведь необходимо найти в огромных массивах информации знания, которыми не обладают даже специалисты, оказывающие эту услугу. И сделать это надо в условиях изменений и неопределенности. Нужны эффективные методы и процедуры поиска и анализа информации. И здесь на помощь снова приходит системный подход и теория управления [1-3]. Работоспособность механизмов и процедур ККУ в условиях изменений и неопределенности связана с принципами прогрессивности, комплексности, согласованности, интеллектуальности, мультипликативности, адаптивности и концепцией ПРОКСИМА [1-3]. Можно выделить 2 системных аспекта ККУ:

- декомпозиция – разбиение комплексной услуги на элементы, с последующим их анализом и оценкой (по принципу системного анализа: от сложного – к простому);
- композиция – объединение результатов анализа и оценки отдельных элементов комплексной услуги, с последующим их обобщением, т.е. синтезом, ориентированным на принятие решений в отношении комплексной услуги в целом (по принципу системного синтеза: от простого – к сложному).

Таким образом, анализ и оценка в процессе ККУ основаны на декомпозиции комплексной услуги на элементы, с последующим анализом этих элементов. Следующий этап ККУ основан на композиции и обобщении результатов, полученных на этапе анализа и оценки этих элементов. Соответственно, методы и процедуры анализа информации при неопределенности включают: декомпозицию – как основу анализа; собственно анализ элементов комплексной услуги, полученных в результате декомпозиции; композицию и синтез. За декомпозицией следует бенчмаркинг элементов комплексной услуги. В ходе его проводится анализ внутренних документов, регламентирующих комплексную услугу, сопоставление их между собой и с внешними документами об окружении комплексной услуги, сопоставление частей этих документов и т. п. В ходе таких сопоставлений проводится сравнительный анализ технологических и ценовых показателей, а также структурных и функциональных особенностей комплексной услуги.

Залогом конкурентоспособности и качества комплексной услуги в условиях изменений является отсутствие внутренних противоречий. Сопоставление документов с нормами позволяет выявить рассогласования, приводящие к затратам ресурсов на их преодоление в процессе оказания комплексной услуги. Сопоставление с аналогами позволяет выяснить уровень и место данной услуги, с точки зрения научно-технических и экономических показателей её элементов. После этого проводят системный синтез и композицию (в т.ч. формируют комплексную оценку и ранг комплексной услуги).

Системному подходу способствует дринлинг – выявление причин и интерпретация результатов оказания комплексной услуги от общего к частному. По сути, дринлинг - это анализ, ведущийся от вершины схемы декомпозиции комплексной услуги к её основаниям (локальным услугам). Особенно полезен дринлинг при анализе результатов иерархической комплексной оценки и ранжирования в зависимости от локальных оценок и рангов. При этом анализ, выявление причин и интерпретация результатов комплексной оценки сложной услуги ведется от вершины дерева оценок (т. е. от комплексной оценки) к его основаниям (локальным оценкам).

Таким образом, при проведении ККУ выделяют оценочную и аналитическую функцию. Соответственно, механизм ККУ включает совокупность взаимосвязанных процедур анализа и оценки, ориентированных на принятие решений при планировании, обеспечении ресурсами и стимулировании оказания услуг, и построенных на единой нормативно-методической базе.

Многокритериальный анализ и синтез. Особенностью ККУ является многокритериальный анализ и синтез, включающий:

- формализацию целевых установок услуг;
- выявление показателей оценивания;
- формирование механизма оценивания (шкал оценивания, решающего правила);
- проведение оценок первичных показателей по объективным измерениям и с помощью экспертов;
- расчет комплексной оценки, анализ и выявление «узких мест», оптимизация вариантов;
- расчет оптимального по комплексной оценке распределения ресурсов (материальных, трудовых, финансовых).

Как уже указывалось, анализ и оценка при ККУ основаны на декомпозиции комплексной услуги на элементы, с последующим их анализом. При этом каждый элемент становится предметом своеобразной мини-каталогизации услуг, и может рассматриваться как оргсистема, состоящая из объекта и субъекта (рис. 1). При этом объект обладает определенным потенциалом, а субъект осуществляет управление им для достижения своих целей, используя для этого прогрессивные адаптивные механизмы [2,3]. В соответствии с методологией многокритериальной оптимизации, для этого строится дерево целей. Оно может быть очень сложным, а его построение – весьма трудоемким. Успешная ККУ способствует дости-

жению целей управления. Следовательно, структура работ в сфере анализа и оценки должна содержать элементы, ориентированные на достижение этих целей. Следовательно, эта структура должна формироваться на основе соответствующего дерева целей комплексной услуги.

Важный этап ККУ связан с композицией и обобщением результатов, полученных на этапе анализа и оценки ее элементов. Для этого используется комплексная оценка на основе многочисленных показателей, характеризующих разные стороны комплексной услуги. Предположим, например, что целью ККУ является интегральная оценка комплексной услуги, например, по уровню технических решений, или по уровню безопасности. Тогда после проведения анализа необходимо провести комплексное оценивание, т. е. свернуть показатели отдельных элементов к одному критерию, определяющему место комплексной услуги в линейном множестве услуг сходного назначения.

Комплексная количественная оценка услуги (ККОУ) формируется путем объединения оценок локальных услуг (ОЛУ). В свою очередь, для формирования ОЛУ используются как фактические показатели, так и основные нормы и нормативы, дополнительные нормы и нормативы. Фактические же показатели получаются путем преобразования первичных показателей состояния (имеющих разную размерность) в одномерные или безразмерные.

Гибкость ККОУ проявляется в её настройке на цели услуг. Это обеспечивается выбором структуры и состава первичных показателей (в соответствии со стратегией каталогизации услуг). Кроме того, уточняется статус показателей, норм и нормативов применения первичных показателей в процедуре формирования ККОУ. При этом нормы и нормативы настраиваются на цели услуг в условиях изменений. Комплексность ККОУ предполагает построение шкал, которые упорядочивают оцениваемые услуги на основе информации о целях, состояниях и характеристиках услуг.

Состояние объекта описывается вектором частных показателей. ККОУ характеризует степень соответствия состояния услуги стоящим перед ней задачам. Рассмотрим процесс формирования ККОУ на протяжении 5 этапов. Сначала выбираются первичные показатели состояния, имеющие количественную определенность, достоверность и однозначность измерений, размерность, с помощью которых задается эталонное состояние услуги. Первичные показатели обычно входят в действующую систему оперативной, статистической и бухгалтерской отчетности. Они распределяются на группы. Первичные показатели могут быть основными и дополнительными. Основные показатели характеризуют выполнение обязательных требований, норм и нормативов. Их максимальное выполнение повышает эффективность и качество работы, улучшает конечные результаты. Невыполнение хотя бы одного из основных показателей соответствует штрафной оценке. Дополнительные показатели измеряют повышение эффективности услуги на основе внедрения достижений научно-технического прогресса, отражают исполнительскую дисциплину, социально-психологический климат в коллективе. Они менее важны, и при их невыполнении общая оценка лишь несколько ухудшается.

На множестве возможных количественных значений каждого первичного показателя определяется безразмерный показатель оценки, отражающий степень достижения соответствующей частной цели. Сопоставляя показатель оценки с его нормативом (нормой, планом и др.), получаем локальную оценку. Содержательно, она представляет собой оценку степени выполнения действующих нормативов (требований, норм, планов, регламентов). Объединение локальных оценок позволяет сформировать ККОУ в целом.

Заметим, что описанная методика формирования ККОУ особенно полезна при проведении комплексного бенчмаркинга – всестороннего сопоставления многочисленных показателей сложной услуги и ее отечественных и зарубежных аналогов. Теперь очевидно, в чем сложность получения ККОУ, необходимых для качественного проведения бенчмаркинга – неотъемлемой части любой каталогизации услуг. Ведь необходимо не только определить первичные показатели, но и сделать их пригодными для сопоставления (например, безраз-

мерными), определить нормативы их учета и соответствующие функциональные зависимости (шкалы), вычислить локальные оценки и подобрать метод их агрегирования.

В условиях быстрых изменений, ЛПР (особенно руководитель крупномасштабной организации) практически не имеет возможности вникать во все детали громоздких расчетов. Поэтому он часто руководствуется качественными оценками состояния и перспектив услуг. Это особенно проявляется на стадии обсуждения результатов КУ с ЛПР. Поэтому необходимы методы получения доступных для понимания, обоснованных и разносторонних качественных оценок комплексных услуг.

Комплексная качественная оценка и ранжирование. Поскольку управленческая структура создается для достижения определенных целей, она должна соответствовать дереву целей. Напомним, что, в соответствии с методологией многокритериальной оптимизации, дерево оценки и ранжирования услуги строится на основе соответствующего дерева целей. Следовательно, дерево оценки и ранжирования услуги, в принципе, подобно организационной структуре управления этой услугой. В этом проявляется подобие организационной и оценочной структуры.

Предположим, например, что задана иерархическая оргструктура управления услугой. Требуется построить многоуровневый механизм комплексной оценки и ранжирования этой услуги по четырем категориям с помощью матриц сверток [1-3]. Рассмотрим формирование ранга комплексной услуги, опираясь на методику ККОУ. В многоуровневом механизме комплексной оценки и ранжирования такой услуги, разнообразные количественные оценки деятельности определяются по методике ККОУ. Далее, ранги нижнего уровня получают путем классификации (ранжирования) соответствующих локальных оценок услуги в разных областях. С помощью матриц сверток, на основе рангов нижнего уровня, определяются промежуточные ранги, а также общий ранг услуги.

Анализ методом дреллинга. Качественные оценки – ранги необходимы не только для ведения, но и для обсуждения результатов бенчмаркинга и КУ. Понятна и цена их строгого определения. Нужно не только отыскать первичные показатели, но и сделать их пригодными для сопоставления (например, безразмерными), определить нормативы их применения и соответствующие функциональные зависимости (шкалы), вычислить локальные оценки и агрегировать их в линейные оценки для каждой из областей, ранжировать последние для получения локальных рангов, свернуть их в промежуточные ранги и, наконец, в общий ранг услуг. Однако такой кропотливый труд приносит свои плоды. Чтобы воспользоваться ими, рассмотрим методику анализа сложного услуг методом дреллинга.

Напомним, что в соответствии с методикой ККОУ, вначале определяются первичные показатели. Затем они преобразуются к виду, пригодному для оперирования (например, делаются безразмерными). Тем самым, формируются показатели оценки. Определение нормативов их применения и соответствующих функциональных зависимостей (шкал) позволяет вычислить локальные оценки. Агрегирование локальных оценок, используемых в каждой из областей деятельности, позволяет сформировать ККОУ.

В основе механизма комплексного ранжирования по четырем категориям с помощью матриц свертки лежат локальные оценки (ЛО). Фактическое значение каждой ЛО сопоставляется с нормами классификации – отнесения к тому или иному рангу (кратко – нормативными уровнями). Это позволяет определить локальный ранг. Свертки локальных рангов определяют промежуточные ранги, которые, в свою очередь, определяют общий ранг. Результаты такого комплексного ранжирования используются в механизмах управления.

Выше говорилось о необходимости как композиции, так и декомпозиции комплексной услуги на элементы. Обратный по отношению к свертке процесс разукрупнения рангов получил название дреллинга (от англ. drilling – сверление). Цель его – выявление «узких мест» услуги, ухудшающих её показатели. Иными словами, дреллинг – это метод выявления причин и интерпретации результатов комплексной услуги в зависимости от ее элементов, анализ

«от общего – к частному». При этом анализ ведется от вершины схемы композиции комплексной услуги (комплексного ранга или оценки) к её основаниям – элементам, получаемым в результате декомпозиции услуги (локальным рангам или оценкам). Особенно полезен дриллинг при анализе результатов иерархической комплексной оценки и ранжирования, в зависимости от локальных оценок и рангов. При этом анализ, выявление причин и интерпретация результатов комплексной оценки и ранжирования ведется от вершины дерева к его основаниям (локальным оценкам, показателям оценки и, наконец, к первичным показателям). С помощью анализа методом дриллинга можно определить критически важную в те или иные периоды времени локальную оценку, т. е. оценку подсистемы, повышение эффективности которой приводит к повышению комплексной оценки и стабильности услуги в целом. Для этого следует провести дриллинг иерархической комплексной оценки.

Таким образом, оценочную функцию ККУ позволяет выполнять комплексная оценка и ранжирование. При её наличии, эффективным инструментом выполнения аналитической функции является дриллинг. Для анализа результатов комплексной услуги, локальные ранги и оценки по разным показателям объединяют (например, с помощью матриц свертки и формул в ККОУ). Очевидна не только необходимость, но и сложность получения комплексных количественных и качественных оценок, необходимых для проведения и, особенно, обсуждения результатов бенчмаркинга комплексной услуги.

Выводы. Показаны роль и место КУ в системе антикризисного управления холдингом «РЖД». Охарактеризованы области применения и объекты КУ. Развита дуальная концепция создания методики КУ, основанная на одновременной разработке и обучении. Многоканальная концепция КУ предполагает обучение, адаптацию, самоорганизацию, управление и информационное обеспечение.

Рассмотрены методы и процедуры каталогизации комплексной услуги (ККУ) на основе системного подхода, теории управления большими транспортными системами и анализа больших массивов информации. ККУ включает декомпозицию (разбиение на элементы) комплексной услуги, с последующим их анализом, композицией и синтезом.

Рассмотрены методы и процедуры многокритериального анализа и синтеза при ККУ. Предложены методы формирования комплексной количественной и качественной оценки и ранжирования сложной услуги путем композиции – объединения оценок и рангов её элементов с помощью матриц свертки. Разработан метод дриллинг-анализа на основе декомпозиции комплексной оценки.

Список литературы

1. Цыганов В.В., Малыгин И.Г., Еналеев А.К., Савушкин С.А. Большие транспортные системы: теория, методология, разработка и экспертиза // СПб: ИПТ РАН. 2016. 216 с.
2. Цыганов В.В. Адаптивные механизмы в отраслевом управлении // М.: Наука, 1991. 168 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. Ермоленко М. Формируя культ карго: как выиграть конкуренцию за груз? // РЖД-Партнер. 2015. № 13–14. С. 26–28.
5. Ушкова Е. Каждому по потребностям // РЖД-Партнер. 2015. № 19. С. 10–12.
6. Хан Д. Планирование и контроль: концепция контроллинга // М.: Финансы и статистика. 1997. 800 с.
7. Положение о системе управления качеством. Утверждено решением Совета директоров ОАО «РЖД» от 07.12.2015 г. № 22.
8. Цыганов В.В., Савушкин С.А., Горбунов В.Г. Принципы каталогизации услуг крупномасштабной организации // Информационные технологии и технологии управления в промышленности, науке и образовании: материалы Межд. конф. Гурзуф: АНИТ. 2016. С. 10–19.

9. Цыганов В.В., Бородин В.А., Савушкин С.А., Лемешкова А.В. Методика каталогизации услуг компании // Информационные технологии и технологии управления в промышленности, науке и образовании: Гурзуф: материалы Межд. конф. АНИТ. 2016. С. 31-39.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ПРИ РЕАГИРОВАНИИ НА АВАРИИ, СВЯЗАННЫЕ С ТРАНСПОРТИРОВКОЙ ОПАСНЫХ ГРУЗОВ

Агоштон Решташ – доцент, начальник кафедры предотвращения пожаров и управления спасательными операциями, Институт управления при ЧС, Национальный университет Государственной службы, Венгрия, г. Будапешт

Аннотация. Представлены возможности применения беспилотных летательных аппаратов для реагирования на ЧС, осложненных наличием АХОВ. Методы: не затрагивая не большого объема профессиональной литературы, автор полагается на собственный практический опыт и опыт других исследователей в данной области. В статье применяются методы: логическое рассуждение, систематизация, экономические методы – для достижения эффективности.

Рассмотрены два основных направления использования беспилотных летательных аппаратов в области обеспечения безопасности на объектах с наличием АХОВ: первое направление – это помощь в предотвращении аварий, второе связано с реагированием.

Подводя итог исследования, автор раскрывает типичные возможности использования, приводит примеры, определяет некоторые риски и делает рекомендации для последующих исследований.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, опасные материалы, транспортировка опасных веществ, 3-d визуализация.

DRONE SUPPORTED INTERVENTIONS AT DANGEROUS GOODS TRANSPORTATION'S ACCIDENT

Agoston Restas – PhD, Habilitated Associate Professor, Head Department of Fire Prevention and Rescue Control, Institute of Disaster Management, National University of Public Service, Hungary, Budapest

Abstract. Describes some possibilities of drone applications for responding hazardous materials disasters. Methods: Apart from reviewing the little professional literature available, the author relied on his own practical experience and adopted other researchers' related findings. He also applied logical reasoning, systematization as well as adopting an economic approach – to assess efficiency.

There are two basic possibilities for the use of drones in the field of chemical disasters: one is for prevention to support the work of authorities, while the other is connected to the response to accidents or disasters.

To summarize the research findings, the author explored the typical possibilities for use, illustrating with actual examples to prove their usefulness, identified certain risks and made recommendations on further researches.

Keywords: drone, hazardous materials, dangerous goods transportation, drone, 3D imagery

На данный момент уже есть множество примеров применения беспилотных летательных аппаратов в области противопожарной безопасности [1-3]. Тем не менее, руководство

оперативными действиями использование беспилотных летательных аппаратов в случае аварий с утечкой химических опасных веществ на производствах или при транспортировке опасных грузов – все еще является областью исследования возможностей. Для предотвращения аварий беспилотные летательные аппараты могут быть применимы, во-первых, в области инспектирования, что может увеличить эффективность и дополнить существующую практику, или, во-вторых, может предложить новые методы. Далее автор фокусируется на тактике применения беспилотных летательных аппаратов в области обеспечения безопасности транспортировки опасных веществ и материалов. Тем не менее, некоторые детали (подготовка к полету, разрешение на полет, защита данных) не могут быть обсуждены по причине ограничений во времени.

Надзор за транспортным средством при помощи беспилотного летательного аппарата как средство предотвращения ЧС. Инспектирование транспорта, предназначенного для перевозки опасных грузов, – важная задача в обеспечении безопасности. С одной стороны, это может обеспечить соответствие транспортировщика требованиям, с другой стороны, это может снизить влияние на окружающую среду, прямые риски, связанные с опасностью загрязнения. Выгода проведения проверки при помощи беспилотного летательного аппарата в том, что они могут оставаться полностью скрытыми. Частично инспектирование транспортного средства, перевозящего опасные грузы, может проводиться в одном месте, стационарно, без вмешательства в процесс транспортировки, или даже повторно. Такие проверки позволяют наблюдать за водителем и соответствием его действий Правилам поведения на дороге и эксплуатации транспортных средств (HighwayCode). Следующее преимущество состоит в том, что его можно применять в 3 из 4 видов транспортировки: автомобильной, железнодорожной, или водным путем. В дополнение к существующей практике одноразовой проверки, теперь контроль может проводиться периодически, а также в уникальных и особых случаях постоянно (например, при транспортировке радиоактивных материалов). В случае с водным транспортом, превентивные меры могут быть более эффективными при проведении предварительных проверок (с использованием летательных аппаратов), а также скрытых проверок.

Также нужно учитывать, что проверки, проведенные с помощью беспилотных летательных аппаратов не заменяют традиционного инспектирования. Даже если проверки, выполняемые при помощи беспилотных летательных аппаратов, в будущем будут составлять отдельный вид деятельности, они будут носить дополнительный характер, для повышения эффективности в сфере предотвращения аварий. Использование беспилотных летательных аппаратов не имеет достаточного юридического обоснования, до сих пор его применение представляет собой качественные изменения, как в системе инспектирования, так и в правовом регулировании транспортировок. Таким образом, необязательное применение или увеличение их эффективности этого метода может снизить качество и эффективность традиционного инспектирования, таким образом, их плановое применение требует учета и всестороннего рассмотрения.

Принципы эффективности применения беспилотных летательных аппаратов. После обработки сигнала о происшествии, пожарные прибывают на место происшествия в кратчайшие сроки. Первая задача по прибытии на ЧС – разведка. Руководитель собирает всю информацию о происшествии. Пожарные надевают средства индивидуальной защиты, в том числе костюмы биохимзащиты. Одевание СИЗОД может составить значительную потерю времени, защитные костюмы стесняют и замедляют движение сотрудников во время проведения разведки. В случае с лесными пожарами опыт показывает, что профессиональное использование беспилотных летательных аппаратов ускоряет сбор важной информации по сравнению с обычной разведкой, производимой путем обхода территории, и может составить менее 3 минут [4]. Подготовка и надевание средств индивидуальной защиты, дыхательных аппаратов и оснащение комплектами биохимразведки и другими измерительными приборами, – все эти действия связаны с задержкой разведки, автор определяет эти временные затра-

ты в размере 5 минут, даже в случае с опытными пожарными. В зависимости от того, какие опасные вещества и материалы находятся на месте аварии, определяется безопасная зона, как правило, не менее 100 метров в периметре – т.е. это расстояние, на котором могут быть установлены пожарные автомобили. Учитывая расстояние, которое преодолевает пожарный до очага, (около 120м) и что средняя скорость человека в костюме биохимзащиты около 1 метра в секунду, мы можем подсчитать, с какой задержкой они придут к месту происшествия. Большая дистанция, сила и направление ветра, другие препятствия на пути – все это также увеличит время разведки. При происшествиях с утечкой химических веществ, на сбор информации путем проведения разведки традиционными методами будет потрачено минимум 7 минут.

Эффективное применение беспилотного летательного аппарата – в случае, описанном выше, – требует, чтобы несколько условий были соблюдены одновременно. Информация, предоставляемая беспилотным летательным аппаратом, должна быть получена быстрее, чем информация от обычной разведки. Основываясь на вышесказанном, ценным будет сбор информации в минимальные сроки – в течение первых семи минут – в этом случае беспилотный летательный аппарат будет эффективным решением. Основываясь на опыте лесных пожаров, беспилотный летательный аппарат может оставаться в этот промежуток времени лучшим средством разведки. В случае больших расстояний, разница более явная, т.к. скорость передвижения по воздуху больше скорости идущего человека.

Другое условие состоит в том, чтобы информация, полученная от беспилотного летательного аппарата, была бы соответствующего качества. Необходимый стандарт качества информации не означает, что она должна быть такой же как и при традиционной разведке (тем не менее, она может быть даже более полной) но такой, чтобы руководитель оперативным реагированием на ЧС смог бы полагаться на нее при принятии решений. Применение беспилотного летательного аппарата не должно стать помехой для скорости и правильности принятия решения. В целом, информация, собранная беспилотным летательным аппаратом, должна соответствовать минимальным запросам об эффективности разведки.

Следующие условия не рассматриваются в данной статье: погодные условия, пригодные для полетов (такие как скорость ветра, видимость) разрешение на полет, квалификация оператора беспилотного летающего аппарата, профессиональность и эффективность решений, принятых на основании разведки.

Выгода использования беспилотного летающего аппарата обычно состоит в том, что он может летать близко к месту происшествия (приближаться на 0,5 метра) и передавать изображения [5]. При утечке неизвестного вещества следует избегать слишком близкого его обследования и приближения летательного аппарата к нему, по причине потенциальной взрывоопасности. Этот риск связан с тем, что беспилотный летательный аппарат – это электрический прибор и возможное искрение может вызвать воспламенение. Таким образом, не следует проводить полеты в непосредственной близости к разливам химически опасных веществ.

3-D модель распространения газов и паров, основанная на показаниях, снятых при помощи беспилотного летательного аппарата. Типичные риски, связанные с использованием беспилотных летательных аппаратов в ситуациях, связанных с неустановленными веществами – это риски взрыва. Чтобы избежать взрыва и увеличить эффективность разведки, полезным вкладом стало бы точное определение границ утечки. В настоящее время разведка полагается на наземные измерения, произведённые ручными газовыми детекторами. Такой метод имеет слабые стороны. Как правило, измерения производятся в одной точке, точность этих данных в пространственной модели распространения веществ невысокая. Трансформация измерений в одной точке на трехмерное пространство не оправдана.

Практически, так работает моделирование: по введенным данным, полученным путем измерений, математически измеряется область распространения вещества и составляется трехмерная модель. Используя типичные или искомые предельные значения, в результате

получаем так называемую реологическую кривую, которая помогает принять решение о необходимых мерах реагирования.

Тем не менее, могут быть существенные различия между реальным и рассчитанным распространением веществ в окружающей среде. Определенно, модель предполагает некоторые погрешности, которая рассчитана на безопасность принимаемых решений. Если модель ближе к реальным размерам распространения, боевые действия могут быть более эффективными, необходимые меры могут быть приняты раньше, или ненужные меры не будут выполняться (например, если эвакуация не будет необходима).

Уже существуют примеры измерения содержания в воздухе паров и газов химически опасных веществ при помощи беспилотного летательного аппарата. Приборы, установленные на беспилотных летательных аппаратах, способны измерять содержание разных веществ и могут демонстрировать реальные модели распространения химически опасных веществ в газообразном состоянии в виде 3-D модели.

Различные сенсоры, установленные на летательных аппаратах, собирают данные о содержании веществ в воздухе на разной высоте, которые записываются в системе комплексных координат. Здесь измеренные данные соотносятся с географическими координатами полета, дополняются высотой, таким образом, очерчивается пространство, в котором присутствует данное вещество [6]. Эти данные могут дополнить информацию, рассчитанную в модели, и служат для проверки алгоритма расчета.

На рисунке 1 показано, что винтокрылый беспилотный летательный аппарат способен определять наличие газов, (уровень содержания диоксида углерода и окиси азота) [6].

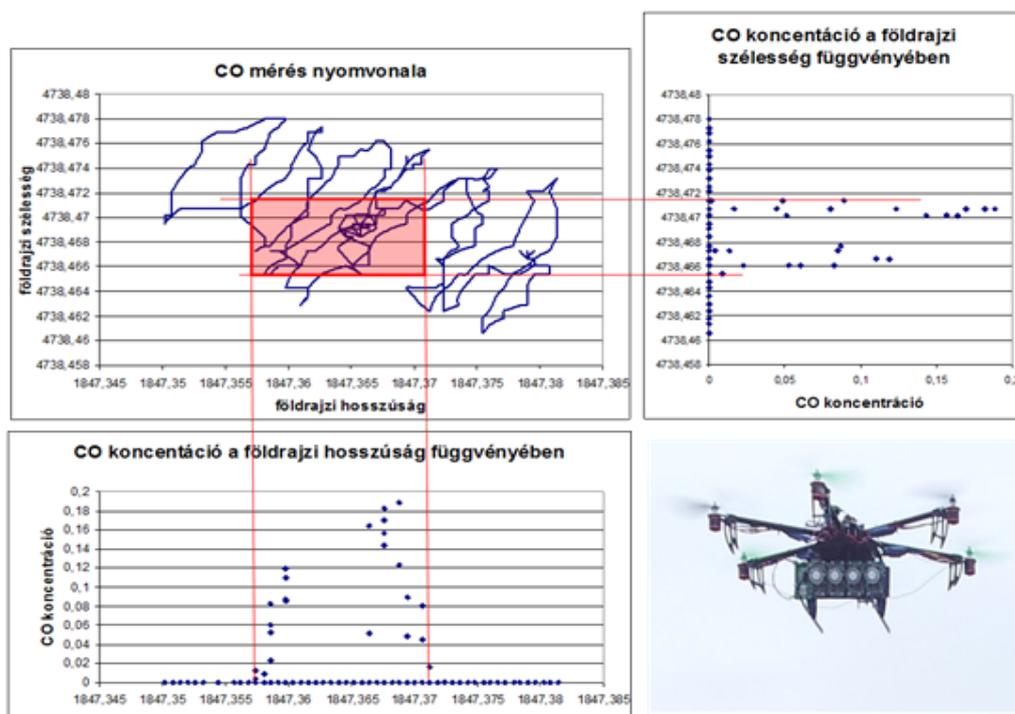


Рисунок 1 – Географические координаты тестового полета, кривая концентрации монооксида углерода и измерения, представленные беспилотным летающим аппаратом с сенсорами на борту

Географические координаты полета и привязанные к ним значения углекислого газа показаны в приложенной фиксации. Данные, снабженные величиной по высоте, могут отображать расчётные данные в трех измерениях.

Для дополнения существующей практики инспектирования, может применяться сопровождение транспортного средства во время следования беспилотным летательным аппа-

ратом, причем беспилотный летательный аппарат может проводить проверку, оставаясь незаметным. По мнению автора, беспилотный летательный аппарат может сопровождать транспортировку и водным транспортом.

Эффективное применение беспилотных летательных аппаратов для разведки увеличивает требования к ним. С одной стороны (визуально) информация, собираемая беспилотным летательным аппаратом, должна соответствовать минимальным требованиям эффективной разведки, с другой стороны, она должна быть как минимум по времени не более долгой, чем традиционная разведка. Эти последние условия легко удовлетворить, основываясь на исследованиях автора, и разведка должна проводиться в минимальные сроки первые 7 минут.

Для принятия правильных решений при организации оперативных действий, данные разведки должны быть подтверждены математической моделью. В дополнение к существующей практике, автор рекомендует необходимые меры в области защиты населения принимать исходя из данных о распространении опасных химических веществ, полученных во время разведки с использованием беспилотных летательных аппаратов вместо моделирования.

Список литературы

1. Restas A. Erdőtűzekfelderítésénektámogatásalevegőből (Supporting Reconnaissance of Forest Fires from the Air). 2004. Vedelem, 11 (6). P. 47-49. ISSN 1218-2958.
2. Ambrosia V., Hinkley E., Brass J.A., Buechel S., Sullivan D., Myers J., Schoenung S. The Western States UAV Fire Mission; 11th Biennial USDA Forest Service, Remote Sensing Applications Conference RS-2006, April 24-28. 2006. Salt Lake City, Utah, USA.
3. Pastor E., Royo P., Lopez J., Barrado C., Santamaria E., Prats X. (2008) Project SKY-EYE, Applying UAVs to Forest Fire Fighter, Support and Monitoring; Technical University of Catalonia, Department of Computer Architecture, Barcelona, Spain.
4. Restas A. The Regulation Unmanned Aerial Vehicle of Szendrő Fire Department Support Fighting Against Forest Fire; V International Conference on Forest Fire Research, 27-30 November. 2006. Figueira da Foz. Portugal.
5. Mika P. Emergency Service Use of UAS West Midlands Fire Service, UAS Yearbook, 2009/2010 [Edit. Blyenburgh,] UAS – The Global Perspective. 2009. P. 137-139. Paris. France.
6. Molnar A. UAV alkalmazásokfejlesztéseaz Óbudai Egyetemen (Development of UAV Applications at Óbuda University), Critical infrastructure protection researches, Conference Presentation, 28 February. 2014. Szolnok. Hungary.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОГРАФИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

Чирич Раде – PhD, профессор Высшей технической школы, г. Нови Сад (Сербия)

Крунич Таня – PhD, преподаватель Высшей технической школы, г. Нови Сад (Сербия)

Аннотация. Надежное и беспрерывное электроснабжение, соответствующее стандартам – очень важная задача в XXI веке, требующая поддержания в соответствующем состоянии электрооборудования. Состояние распределительных устройств напрямую влияет на надежность энергосистем. Следовательно, обслуживание оборудования в современном электроснабжении является чрезвычайно важным направлением. В статье рассматривается использование теплографии в целях превентивного технического обслуживания и повышения надежности высоковольтных линий электропередач. Мы показываем и обсуждаем

результаты термографии при тестировании высоковольтных линий электропередач на 400, 220 и 110 кВ Сербской сети электроснабжения, проведенные в г. Нови Сад в 2015 году.

Ключевые слова: термография, плановопредупредительное техобслуживание, высоковольтные линии электропередач.

USE OF THERMOGRAPHY FOR INCREASING RELIABILITY OF HIGH-VOLTAGE PLANTS

Rade Ćirić – PhD, The Higher Education Technical School of Professional Studies in Novi Sad, Serbia, professor

Tanja Krunic – PhD, The Higher Education Technical School of Professional Studies in Novi Sad, Serbia, lecturer

Abstract. Reliable and continuous electrical power supply of standard quality is a very important issue in the XXI th century and relies on quality maintenance of electrical facilities and networks. The condition of the switchyard equipment strongly impacts the reliability of power systems, hence the maintenance of power equipment in modern electric power systems is of crucial importance. Herein, we present the use of thermography imaging in the purpose of preventive maintenance and the increase of reliability of high-voltage plants. We show and discuss the results of thermography imaging testing of high-voltage plants of 400, 220 and 110 kV Serbian electrical power grid, Drive in Novi Sad, for the year 2015.

Keywords: thermography, preventive maintenance, high-voltage plants.

Вступление

Надежное электроснабжение – основная задача энергосистемы, требование потребителей электричества. Состояние оборудования линии электропередач и распределительного оборудования влияет на надежность энергосистем. Обслуживание электрооборудования чрезвычайно важно. Вопрос техобслуживания электрооборудования – сложный и многопрофильный. Надежное и непрерывное электроснабжение, соответствующее стандартам это требование XXI века. Оно зависит от качества технического обслуживания электрооборудования. Кроме инвестиционных затрат на новые объекты и зарплатного фонда, стоимость технического обслуживания электросетей и линий электропередач составляет третий по размеру объем расходов всех энергокомпаний. Согласно ИЕС (Международной электротехнической комиссии) техническое обслуживание включает набор всех технических и административных мер для обеспечения долгосрочного и соответствующего функционирования после простоя, вызванного сбоем. Нет метода или прибора, который может предсказать, определить и устранить нарушения в работе, ухудшения качества и наступление условий, которые могут привести к частичному или полному нарушению работы электрооборудования.

Тем не менее, адекватное техническое обслуживание значительно может снизить влияние вышеназванных факторов, сохранить рабочий режим. Техобслуживание может проводиться по плану в определенные временные промежутки, или по необходимости - в зависимости от состояния оборудования, а также в случае, когда необходимо устранение неполадок. Обслуживание, основанное на надежности элементов, так называемое «техническое обслуживание, ориентированное на безотказность», это концепция обслуживания, возникшая из концепции планово-превентивного обслуживания, которая объединяет в себе плановую работу и обслуживание по необходимости, в зависимости от состояния оборудования. В последнее время разработана концепция, основанная на поведении системных элементов. Далее мы покажем тестирование с использованием термографии для высоковольтного оборудования.

Метод Теплографии

Инфракрасное излучение – это часть электромагнитного спектра, который разделен на области в зависимости от длины волн (между 1 и 1000 μm). Т.к. инфракрасное излучение невидимо, для использования этого метода энергия должна быть конвертирована в другую форму: электрическую, механическую или химическую. Теплография представляет технологию, которая позволяет определять наличие тепловой энергии. Инфракрасное излучение имеет разделение: короткие волны (2-5) μm и длинные волны (8-14) μm .

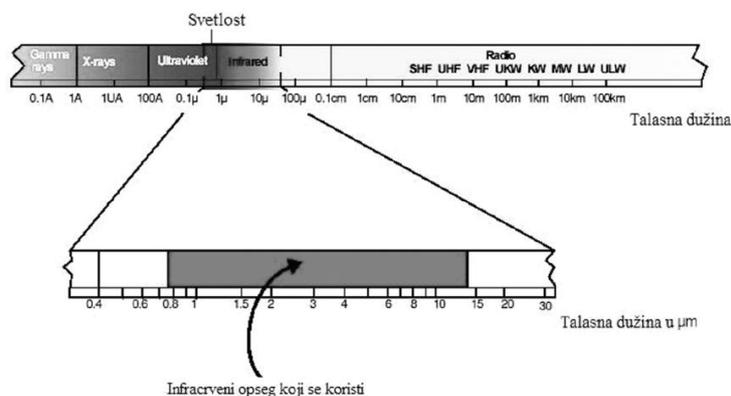


Рисунок 1 – Спектр электромагнитного излучения, используемый для измерения.

Камеры, используемые для проверок при помощи составления энерго-теплографии, рис. 2 и критерий разности температур (ΔT -критерий), для оценки температур объекта, который нагревается, так же как и определение величины нагрева. Этот критерий определяет, когда температура нагреваемого объекта превышает диапазон рабочих температур, т.е. максимально допустимые значения.



Рисунок 2 – Камера для энерго-теплографии „FLIR GF 306“ [6]

Спецификация для технического обслуживания и тестирования электрооборудования, основанная на измерении разности температур, дана в таблице 1 [5].

Регулярные энерго-теплографические тестирования Сербских Электросетей проводятся ежегодно поздней осенью, т.к. наступают подходящие атмосферные условия. В других условиях результаты тестирования могут быть неточными. Контроль высоковольтных объектов включает изучение всех объектов, переходников, элементов и устройств в подведомственной области. В большинстве высоковольтных электросетей проводится тестирование электрических шин и соединительных устройств. Все места и части оборудования, которые могут нагреваться, тестируются подобным образом. Только поля и части объектов, которые не под напряжением, не тестируются. Профессионалы, проводящие тестирование, должны пройти соответствующее обучение по работе с оборудованием (камерой-тепловизором).

Таблица 1 – Техническое обслуживание и тестирование электрического оборудования на основе ΔT критерия

Разница температур (ΔT) основанная на сравнении одинаковых компонентов под одинаковым напряжением	Разница температур (ΔT) на основании сравнения компонентов и температуры окружающей среды	Рекомендуемое действие
1°C - 3°C	1°C - 10°C	Возможно возникновение неполадок, необходимо тестирование
4°C - 15°C	11°C - 20°C	Наиболее вероятно возникновение неполадок. Рекомендуется полное обследование
-	21°C - 30°C	Постоянное наблюдение до устранения неполадок
более 150°C	более 30°C	Значительное превышение. Необходимо немедленное обследование прибора

В ходе тестирования сравнивается разница температур (при обнаружении нагрева на компонентах). Разница между максимумом и референтным значением температуры называется превышением и составляет значение перегрева. В отчетах представляются данные: напряжение на элементе, площадь элемента, название нагреваемого элемента, часть нагреваемого элемента, допустимая температура, максимальная температура, референтная (базовая температура) и превышение [7]. Таким образом проводятся теплографические исследования на объектах электроснабжения Сербских Электросетей с 1971 г.

Теплографические тестирования

В статье показаны обработанные данные теплографических тестов для всех подстанций Сербской сети электроснабжения территории муниципатитета Нови Сад в 2015 году (таблица 2 и таблица 3). Мы видим, что большая часть нагревов появляется на обрывах - 64,44%. Как показано в таблице, большинство нагревов на приборах обнаруживается на соеденениях. В таблице 4 мы даем изображение теплографического тестирования изолятора и данные энерго-теплографии успешно используются для определения утечек газа. Определение утечки фторида серы очень важно. При помощи камеры производится составление изображения области и утечки. В таком изображении она видна как дым на экране камеры, это позволяет определить границы утечки газов. Мониторинг оборудования при помощи мобильных роботов выполняется при помощи теплокамеры размещенной на роботе, движущемся на стальных кабелях.

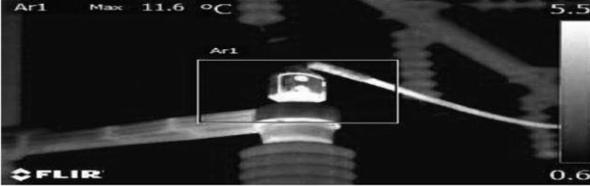
Таблица 2 – Распределение нагревов в устройствах

Устройство / ТС	ТС Miro vica 2	ТС Stem ska Sad 3	ТС Subot ica 3	ТС Srbob ran	ТС Somb or 3	ТС Zrenj anin 2	ТОГ AL
ВКЛЮЧАТЕЛЬ	1					2	3
ДИСКОННЕКТОР	11	7	7	2		2	29
ТРАНСФОРМАТОР ТОКА	2	2					4
ТРАНСФОРМАТОР НАПРЯЖЕНИЯ							
ГЛУШИТЕЛЬ							
ТРАНСФОРМАТОР							
КИСТЕВОЙ РАЗРЯД	1						1
ОБОУРДОВАНИЕ	2		4			2	8
всего	17	9	11	2	0	6	45

Таблица 3 – Распределение нагрева в частях нагревающегося устройства

ЧАСТЬ УСТРОЙСТВА / УРОВЕНЬ НАПРЯЖЕНИЯ	400 кV	220 кV	110 кV	всего/(%)
СОЕДИНИТЕЛЬНЫЙ ТЕРМИНАЛ	12	10	16	38/(84,44)
КОМПРЕССИОННОЕ СОЕДИНЕНИЕ		1	2	3/(6,66)
РУБИЛЬНИК		1	2	3/(6,66)
СОЕДИНЕНИЕ			1	1/(2,22)
всего	12	12	21	45

Таблица 4 – Теплографическое исследование изолятора

Элемент: BUSBAR DISCONNECTOR C-2		STAGE"0"	FILED: TRAF0 FIELD 110 кV T-1 220/110 кV	
DESCRIPTION: CONNECTOR OF THE DISCONNECTOR OF THE COLLECTOR SIDE				
время: 14:35	Окружающая среда: 1°C	Референтная температура: 3°C	Максимальная температура: 23°C	Нагревание: 20°C
 				
Причина нагрева прибора	чаще всего нагрев обнаруживается на месте нарушения компрессионных соединений устройств – контактов и платы. Также причина может быть в недостаточном закручивании гаек. А также развинчивание в следствие выключения или включения переключателя. Другие причины: повреждение компрессионной платы в следствие плохого контакта.			
Пути устранения проблем	Если причина проблемы была в недостатках конструкции, компрессионные соединения и платы должны быть очищены техническим раствором и обработаны наждаком. если повреждения невелики, вставляется металлический лист, при больших повреждениях компонент подлежит замене.			

Таким образом мы можем проводить мониторинг всего оборудования (рис. 3).

Используя этот метод, мы можем определить возникновение нагрева в любой момент. Робот движется на стальных кабелях с двумя роликами (металл и полиуретан) и приводится в движение мотором. Блок полиуретана соединяется со счетчиком с целью позиционирования робота на желаемой точке. Силовой кабель скользит со стальным кабелем на стальных заклепках. Конвертер 230V(AC)/12 V(DC), 300 W используется для снабжения электричеством микропроцессора и мотора. Система имеет возможность остановить робота на нужной позиции – при обнаружении нагрева. Такие места могут быть сканированы и изучены дополнительно (рис. 4).

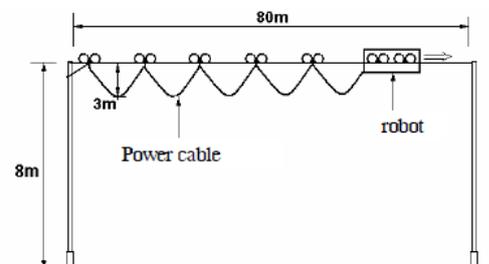


Рисунок 3 – Устройство и движение робота



Рисунок 4 – Мобильный робот для обнаружения нагрева

Заключение

Наша цель – показать преимущества профилактического техобслуживания высоковольтного оборудования при помощи тестирования. Как показано на примере распределения нагрева в элементах приборов, большая часть нагреваний происходит в переключателях – более 55% от всех приборов Сербских электрических сетей по показаниям 2015 года. Основная информация, полученная на основании этого анализа: 77,77% всех линий электропередач и распределительных станций не обнаруживают нагреваний приборов. И что пять или более мест, где имеется нагревание, обнаруживаются в распределительных полях, т.е. в 0,85% от всех случаев. Эти данные подтверждают преимущества использования теплографии в качестве профилактического технического обслуживания. Полученный результат может быть использован для устранения неполадок на оборудовании сетей и для предотвращения серьезных поломок и опасных аварий.

Список литературы

1. Ciric R.M., Mandic S.N. Maintenance of electric power equipment, AGM Knjiga Zemun, Belgrade. 2015. ISBN 978-86-86363-59-6.
2. Ciric R., Mandic S. “Educational Plan and Program of the Subject “Maintenance of Electric Power Equipment””, World Academic Scientific Engineering and Technology Conference (WASET). 2014. Vol 87. Session 1. P. 587-591. Istanbul. Turkey.
3. Ciric R.M. “Risks of Maintaining High Voltage Transformer Stations“, Monitoring Expertise and Safety Engineering. 2013. Vol. 3. N. 2. P. 9-21.
4. Schlesinger S. Infrared Technology Fundamentals, Dekker-Verlag, New York, Basel. 1989.
5. Andrassy M., Boras I., Svaic S, Basics of thermography with application, Zagreb. 2008.
6. www.flir.com/corporate/display/?id=53132
7. Ciric R.M., Milkov M. “Application of Thermal Imaging in Assesment of Equipment in Power Plants“, Monitoring Expertise and Safety Engineering. 2014. Vol. 4. N. 2. P. 1-8.

УДК 656.61.052

ОСОБЕННОСТИ ДРЕЙФА И СПЕЦИФИКА ОРГАНИЗАЦИИ ПОИСКА ОБЪЕКТОВ НЕБОЛЬШОГО ВОДОИЗМЕЩЕНИЯ, ТЕРПЯЩИХ БЕДСТВИЕ В МОРЕ

Маринов Марин Любенов – кандидат технических наук, Республика Болгария, г. Варна

Аннотация. Представлен анализ особенностей дрейфа, раскрыта специфика и предложен современный подход организации поиска бедствующих объектов небольшого водоизмещения в море.

Ключевые слова: дрейф, бедствующие объекты небольшого водоизмещения, поиск.

FEATURES DRIFT AND SPECIFICITY SEARCH DISTRESSED OBJECTS SMALL TONNAGE AT SEA

Marinov Marin Ljubenov – Ph.D., Bulgaria, Varna

Abstract. Presented analysis, sdelan drift osobennostej raskryta sovremennyj proposed specifics and approach organizations ask bedstvuûših ob"ektov nebol'shogo vodoizmešeniâ in the sea.

Keywords: drift, displacement, search.

Из изучения и анализа особенностей дрейфа, бедствующих объектов небольшого водоизмещения (БОНВ) и влияния на них различных факторов [1-3], следуют определенные выводы:

- в большинстве случаев отсутствуют точные данные о местоположении объектов, их состоянии и намерениях;
- эти объекты не могут передать актуальную информацию о метеорологических условиях в районе бедствия, что приводит к неточности в расчетах их поиска еще в самом начале операции;
- для них отсутствуют возможности устранения аварийной ситуации или переход к резервным средствам управления и движения. Это вызывает продолжительный дрейф судна под воздействием ветра, течения и волнения моря.
- эта группа объектов обычно бывает малых размеров, что ведет к затруднению их обнаружения визуальными и техническими средствами;
- дрейф этих объектов сильно зависит от воздействия ветра, течения и волнения. Требуется подробное изучение особенностей этих влияний в конкретном районе;
- большинство из указанных ситуаций характеризуется большим временем запаздывания сигнала бедствия;
- поиск этих объектов проводится в обширных районах, для эффективного обследования которых обычно не хватает средств;
- высокий уровень неопределенности и отсутствия информации в случаях с этими объектами, делает крайне сложным точное фиксирование границ районов их вероятного местонахождения (РВМНХ), и резко снижает эффективность проведения мероприятий по их поиску;
- траектории этих объектов могут представлять сложные кривые линии с незакономерным характером изменения направления их дрейфа. Для них возможны резкие повороты в одну или другую сторону, дрейф по кругу или возвращение в исходную точку. Размеры РВМНХ в этих случаях могут быть различными и находятся в прямой зависимости от скорости ветра и частоты смены его направления;
- из-за повышенного влияния на них волнения моря, отклонения от предполагаемого направления дрейфа могут быть значительными, а учет вектора волнового течения внесет значительные коррекции в расчеты.

Исходя из теоретического и экспериментального исследования характеристики дрейфа аварийных БОНВ, в публикации предлагается другой подход к планированию их поиска, который можно назвать «дифференцированный метод». Он заключается в следующих, конкретно применимых к поиску БОНВ, принципах:

- учет указанных конкретных особенностей дрейфа, находящихся в ситуации бедствия малых объектов;
- оценка обстановки и классификация ситуаций поиска БОНВ, исходя из этих особенностей;
- использование способов поиска, применимых ко всему диапазону этих ситуаций, например, способы незакономерного обследования, продолжительный поиск в вероятном секторе движения, поиск на рубеже и др.;
- комбинированное использование надводного и авиационного поиска, при ведущей роли надводного, при проведении операции;
- комплексное использование всех возможных визуальных и технических средств поиска.

Исходя из предложенных принципов, можно сформулировать следующие основные этапы планирования поиска:

I. Оценка условий для проведения поиска (рис. 1).

1. Оценка обстановки в поисковом районе:

метеорологическая оценка района;
оценка состояния и поведения объекта;
оценка места аварии;
оценка времени.

2. Оценка элементов дрейфа и размеров района вероятного местонахождения бедствующего объекта:

вычисление вероятной ошибки местоположения объекта;

вычисление размеров района поиска.

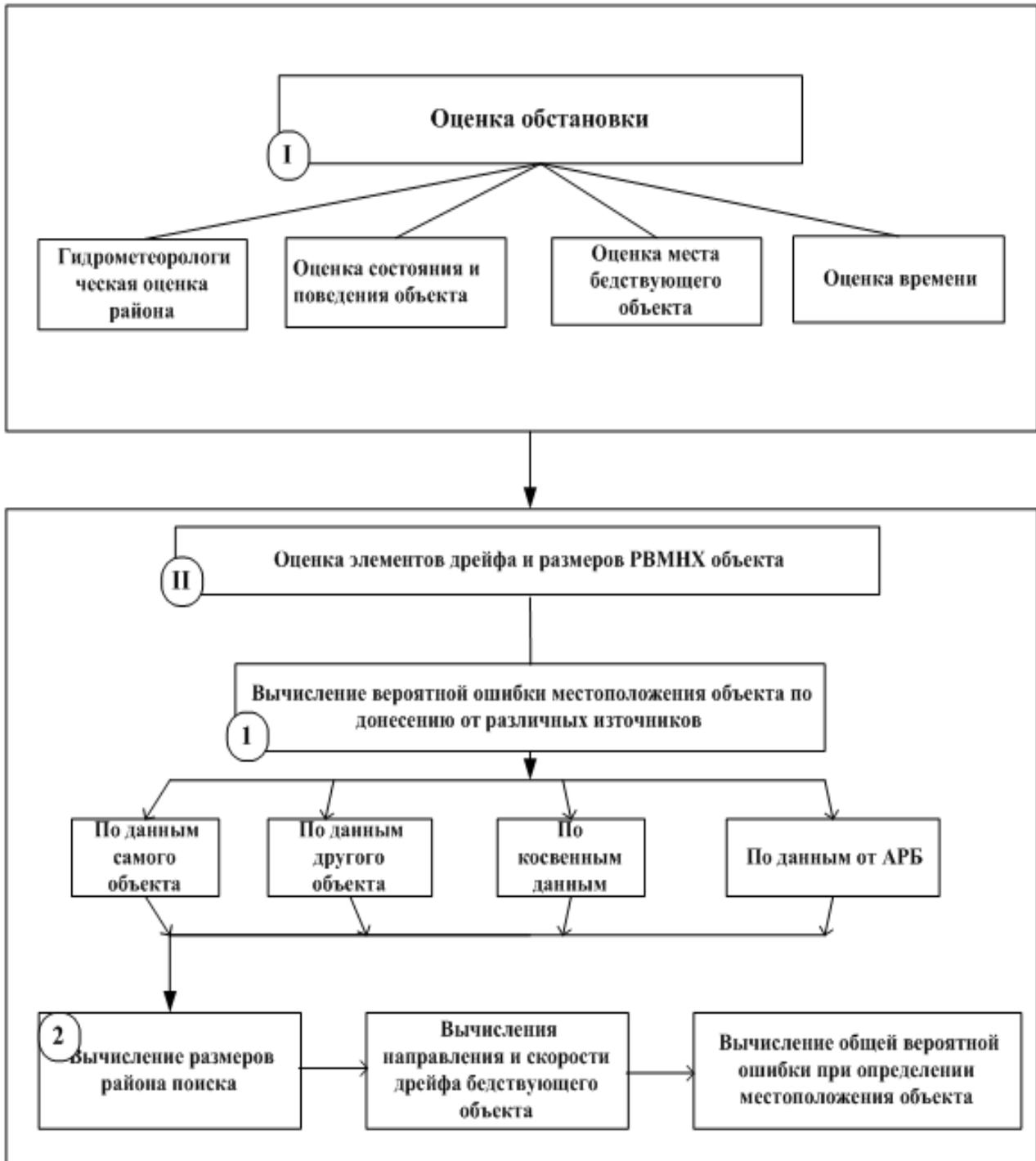


Рисунок 1 – Оценка условий для проведения поиска

II. Принятие решения о поиске (рис. 2).

1. Определение ситуации поиска;
2. Вычисление критериев эффективности и выбор способа поиска в соответствии с данной ситуацией.

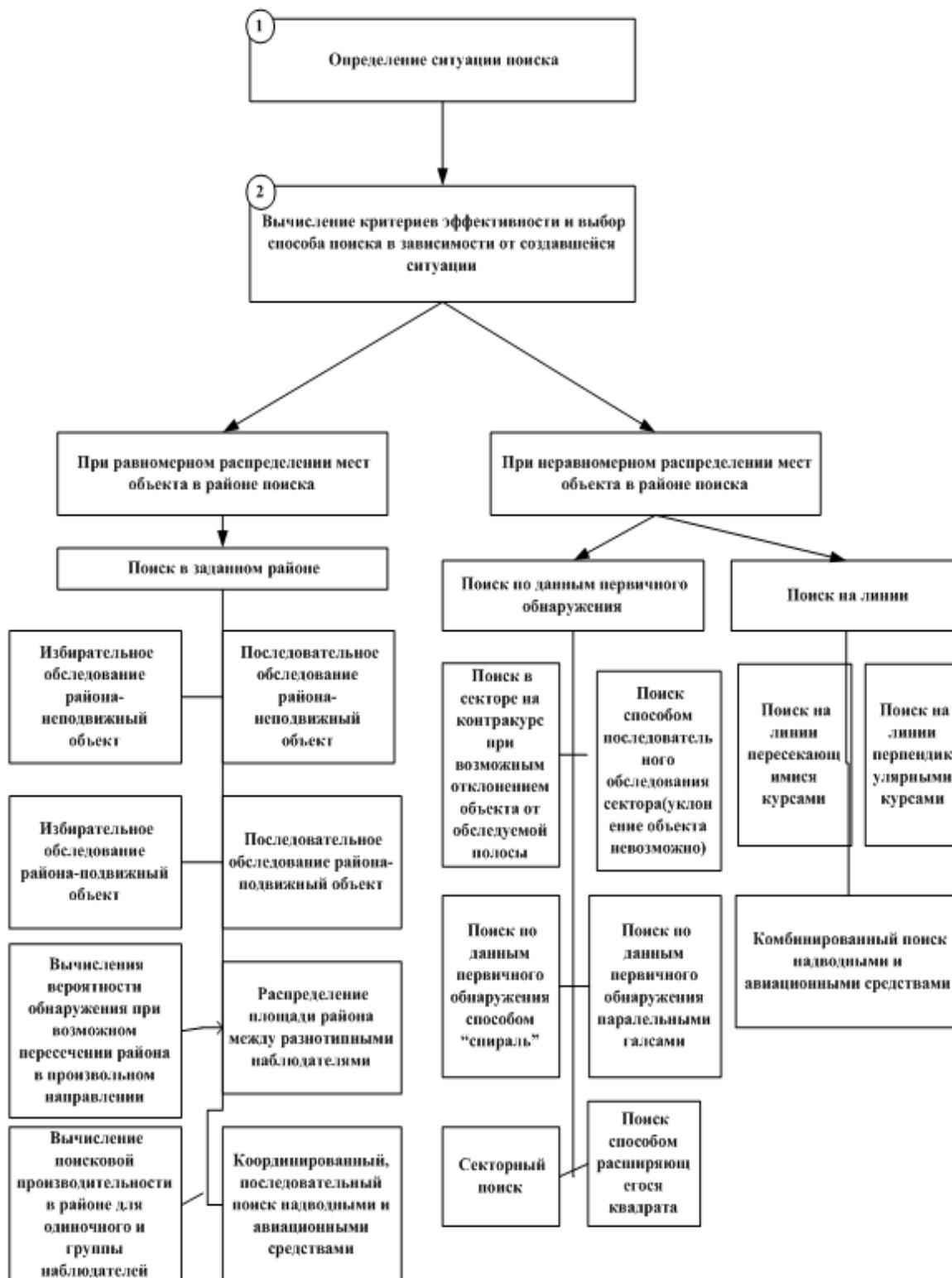


Рисунок 2 – Принятие решения о поиске

Оценку обстановки в районе поиска БОНВ предлагается проводить по четырем основным группам критериев:

- данные о времени инцидента и времени запаздывания сигнала бедствия;
- данные о месте инцидента;
- данные о ветре, течении и волнении моря в районе поиска;
- данные о состоянии и поведении бедствующего судна.

Расположение и первоначальные размеры РВМНХ объекта зависят преимущественно от состояния информации по первым двум критериям, которые можно считать основными. Отсутствие или наличие информации по другим показателям может привести к более высокой или более низкой точности расчетов, или к грубым ошибкам определяющим неуспешность операции еще в самом начале.

Исходя из указанных критериев, предлагается следующая классификация обстановки при поиске малых объектов:

- о времени и месте бедствия имеется точная информация;
- имеется точная информация о времени, а место только предполагается;
- точно известно местоположение объекта, но не имеется информации о времени аварии;
- о времени и месте бедствия есть точная информация, но контакт потерян;
- о времени и месте бедствия можно только предполагать.

Рассматриваемые варианты обстановки в используемых руководствах поиска [1,4,5], в вышеуказанной классификации дополняются еще одной ситуацией (о времени и месте бедствия можно только предполагать). Доля этой ситуации, например, в болгарской зоне ответственности [6-8], занимает 51% всех случаев с БОНВ, а для 19% из них, информация об инциденте полностью отсутствует.

Обстановка, когда контакт с бедствующим БОНВ потерян, в зависимости от прошедшего с этого момента времени, предполагает использование разных по критериям и содержанию способов поиска. Поэтому, в работе она принята как типовая. Она может возникнуть как в начале, так и в ходе операции по поиску БОНВ и может привести к резкому изменению логики ее проведения.

Для того, чтобы обстановка в районе бедствия БОНВ была оценена правильно, особый смысл имеет точность информации о ветре, течении и волнении моря. Информация о ветре, в этих ситуациях, является первостепенно важной, поэтому его оценка в баллах и замер реже, чем через 1-2 часа, не удовлетворяют необходимую точность расчетов.

Неточность данных о поверхностных, постоянных течениях, может привести к значительным коррекциям в расчетах по определению траекторий дрейфа. В этом плане недостаточно исследованным и дискуссионным остается вопрос о влиянии волнового течения на формирование этих траекторий при БОНВ. Результаты компьютерного моделирования и проведенного эксперимента показывают, что учет волнового течения при БОНВ может привести к значительным отклонением сил от его ожидаемого местонахождения.

Специфичным, применимо к поиску БОНВ, является еще и то, что при продолжительном дрейфе резервными средствами управления (руль, весла, якорь), бедствующие объекты небольшого водоизмещения не могут предпринимать маневры, которые могут в значительной степени повлиять на расчеты их поиска.

Реализация требований создания оптимальной обстановки для надежного обнаружения бедствующего БОНВ, предполагает сбор и объективный анализ всей имеющейся информации по всем указанным критериям, с максимальным учетом его особенностей. Без этого, принятие эффективного решения о поиске, с использованием наиболее подходящего к данной ситуации способа, невозможно.

На этапе принятия решения о поиске БОНВ, ведущей ролью в осуществлении правильного выбора способа поиска, является полное определение конкретной ситуации их бедствия.

Под ситуацией поиска [5,7,9,10], (включает данные об обстановке в районе поиска и информацию о дрейфе и РВМНХ объекта), имеются в виду условия его проведения с учетом характера стоящих перед средствами поиска задач. В ней все многообразие ситуации поиска сводится к использованию трех основных типов поиска:

- поиск в заданном районе;
- поиск по данным первичного обнаружения;
- поиск на рубеже.

В международном руководстве надводного и авиационного поиска терпящих бедствие судов [4,5,8], применяются только модели закономерного (экстенсивного) обследования района и модели обследования района по данным первичного обнаружения, приложимые только непосредственно после потери контакта. В них не предусмотрены варианты дрейфа БОНВ, при которых его можно не найти на указанном месте, или он может резко изменить направление своего дрейфа и уклониться от обследуемой полосы (например, под воздействием ветра, резко изменившего свое направление). Это предполагает применение способов незаконномерного (интенсивного) поиска. Для ситуаций, в которых объект дрейфует продолжительно в каком-либо предполагаемом секторе небольшой ширины, например, под воздействием сильного ветра с относительно постоянными направлением и скоростью, так же нет предложенных вариантов действия.

Ситуации поиска дрейфующих БОНВ более многообразные и специфические, чем для судов больших размеров, на борту которых находится надежное оборудование связи [1,2]. Для них является характерной выраженная непредсказуемость изменения направления траектории их дрейфа и возможность попасть в обстановку длительного дрейфа.

В результате вышеизложенного подхода разработана следующая классификация ситуаций поиска, более конкретно учитывающая упомянутые особенности дрейфа БОНВ:

А. В зависимости от принятого расположения местонахождения объекта в районе бедствия:

- ситуации с равномерным расположением местонахождения объекта в районе (при существующих неточных данных о его координатах и элементах движения);
- ситуации с неравномерным расположением местонахождения объекта в районе (при наличии данных о месте и направлении дрейфа объекта, с последующей потерей контакта, предположения о пересечении объектом определенного рубежа и др.).

Б. В зависимости от принятой степени подвижности объекта:

- ситуации, в которых БОНВ можно принять “неподвижным” (при незначительных величинах скорости ветра, течения и волнения в районе бедствия, отсутствие возможности самостоятельного маневрирования, возможности о постановке на якорь или дрейф на якорь и др.);
- ситуации, в которых БОНВ можно принять “подвижным” (при значительных величинах скорости ветра, течения и волнения или существующих возможностях передвижения).

В. В зависимости от существующих предпосылок осуществления поиска:

- ситуации, в которых существуют предпосылки осуществления незаконномерного (интенсивного) поиска, или возможность многократного обследования района (при недостаточном количестве средств поиска, заниженные возможности его обнаружения, при поступившей новой информации о возможном направлении дрейфа объекта и др.);
- ситуации, в которых есть предпосылки осуществления закономерного (экстенсивного) обследования всего района (при наличии достаточных по количеству и возможностям средств поиска).

Г. В зависимости от существующих условий отклонения объекта от обследуемой полосы:

- ситуации, в которых существуют предположения об отклонении объекта (при возможности самостоятельного маневрирования, усиление ветра, с последующей резкой сменой направления ветра и течения, установленных в процессе поиска и др.);
- ситуации, в которых нет предположений об отклонении объекта (относительно постоянные величины направления ветра и течения, невозможность маневрирования и др.);

Д. Исходя из того, существует ли информация о возможном пересечении дрейфующим объектом определенного рубежа (линии, полосы) и существующего соотношения скоростей “наблюдатель-объект поиска” (когда есть данные о вероятности приближения объекта к границе зоны ответственности или границе обследуемого района и др.):

- ситуации, в которых пересечение принятого рубежа вероятно и соотношение скоростей больше 1/7;
- ситуации, в которых пересечение принятого рубежа вероятно и соотношение скоростей меньше 1/7.

Е. Исходя из количества используемых средств в районе поиска:

- ситуации, в которых поиск осуществляется одиночным наблюдателем;
- ситуации, в которых поиск осуществляется группой наблюдателей.

Конечной целью действий по поиску является обнаружение БОНВ. Ее можно достичь использованием различных способов, неравнозначных между собой, исходя из приложенных усилий и продолжительности операции.

Перед руководящим поиском стоит задача по выбору оптимального способа применимого к данной ситуации. Этот выбор должен осуществляться по конкретным критериям, характеризующим данную ситуацию и являющимися предварительными показателями успешности операции.

Выводы

Предложенная классификация ситуаций поиска БОНВ дает расширенные возможности более полного учета особенностей их дрейфа.

Дифференцированный метод планирования поиска БОНВ лежит в основе созданной математической модели, адаптированной к определению их РВМНХ и выбора эффективных способов проведения операции, охватывающих весь диапазон основных, возможных ситуаций.

Разработанный подход дает возможность изготовления конкретной методики планирования поиска БОНВ, дополняет общепринятую систему и не отрицает уже существующие методики.

Список литературы

1. Рубинштейн Д.Н. Поиск аварийных объектов в море // Москва. Изд. «Министерство транспорта». 1992.
2. Статистика бедствий малых объектов в болгарской зоне ответственности (1988 - 2000 г.г.). МСКЦ. Варна. 2001.
3. Маринов М.Л. Проблемные вопросы и алгоритмы методики планирования поиска водных транспортных средств малого водоизмещения (ВТС МВ) // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2010. № 4. С. 88-111.
4. International aeronautical and maritime search and rescue manual IAMSAR, vol. I, II, III, YMQ/YCAO. 1998.
5. United States Coast Guard - Model maritime service code. U.S. 1995.
6. Статистика бедствий малых объектов в болгарской зоне ответственности (1988-2000 г.г.). МСКЦ. Варна. 2001.

7. Маринов М.Л. Проблемные вопросы и алгоритмы методики планирования поиска водных транспортных средств малого водоизмещения (ВТС МВ) // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2010. № 4. С. 88-111.

8. Маринов М.Л. Концепция подготовки специалистов по усвоению шельфа // Научный журнал «Морские интеллектуальные технологии». Санкт-Петербург. 2012. № 1. (Спецвыпуск). С. 85-88.

9. Абчук В. А., Суздаль В. Г. Поиск объектов / Москва. Изд. "Советское радио". 1977.

10. Ким Д. Л. Метод поиска и преследование подвижных объектов / Москва. Изд. "Наука". 1989.

УДК 004.75

ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К ИНФОРМАЦИОННОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Иванов Александр Юрьевич – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры переподготовки и повышения квалификации специалистов ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Аннотация. Обоснована целесообразность реализации модели сетевидного управления к обеспечению безопасности транспортной инфраструктуры. Показано, что в основе такого управления должны лежать современные методы и средства. Подход предполагает интеграцию облачных технологий и аналитики больших данных для более оперативного и полного обеспечения информацией должностных лиц.

Ключевые слова: транспортная инфраструктура, безопасность, риски, сетевидное управление, облачные технологии, аналитика больших данных.

AN APPROACH TO INFORMATION SUPPORT OF TRANSPORTATION INFRASTRUCTURE SAFETY

Ivanov Alexander Y. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia

Abstract. The article substantiates the feasibility of implementing a network-centric model of management to ensure the safety of transport infrastructure. It is shown that the basis for such control should lie with the most modern methods. The approach involves the integration of cloud computing and big data analytics for more rapid and complete provision of information to officers.

Keywords: transport infrastructure, safety, risk, network-centric management, cloud computing, big data analytics.

Российская Федерация обладает масштабной и разветвленной транспортной инфраструктурой: сеть автомобильных и железных дорог, водные коммуникации, авиалинии, городской транспорт, трубопроводы. От защищенности перечисленных объектов в существенной мере зависит национальная безопасность и устойчивое экономическое развитие страны. Естественно, что современные объекты транспортной инфраструктуры оснащены силами и средствами предотвращения природных, техно- и антропогенных аварий и катастроф, противодействия им и ликвидации последствий. Тем не менее, в настоящее время и в перспективе практически невозможно полностью исключить риски серьезных нарушений нормального функционирования транспортных систем.

К факторам рисков относятся:

- природные явления (землетрясения, наводнения, снежные заносы, оползни, ураганы);
- особо опасные объекты, находящиеся на незначительном удалении от транспортных линий и узлов (атомные электростанции, предприятия химической промышленности, гидроузлы, арсеналы, полигоны);
- боевые действия;
- воздействие человека (террористические акты, хулиганские поступки, ошибки и халатность обслуживающего персонала);
- ограниченная надежность транспортных средств;
- износ транспортных коммуникаций и др.

Управление столь разнообразными и многочисленными в своих проявлениях рисками невозможно без привлечения современных технологий. Учитывая территориальную распределенность объектов транспортной инфраструктуры, следует обратить внимание на концепцию сетевидного управления [1,2]. Ее концентрированная сущность состоит в создании разветвленной сети хорошо информированных, географически рассеянных сил и средств, способных к предельно эффективным действиям при выполнении поставленных и, как правило, внезапно возникающих задач.

Обобщенная модель сетецентрического управления рисками может быть представлена состоящей из четырех компонентов (рис. 1).

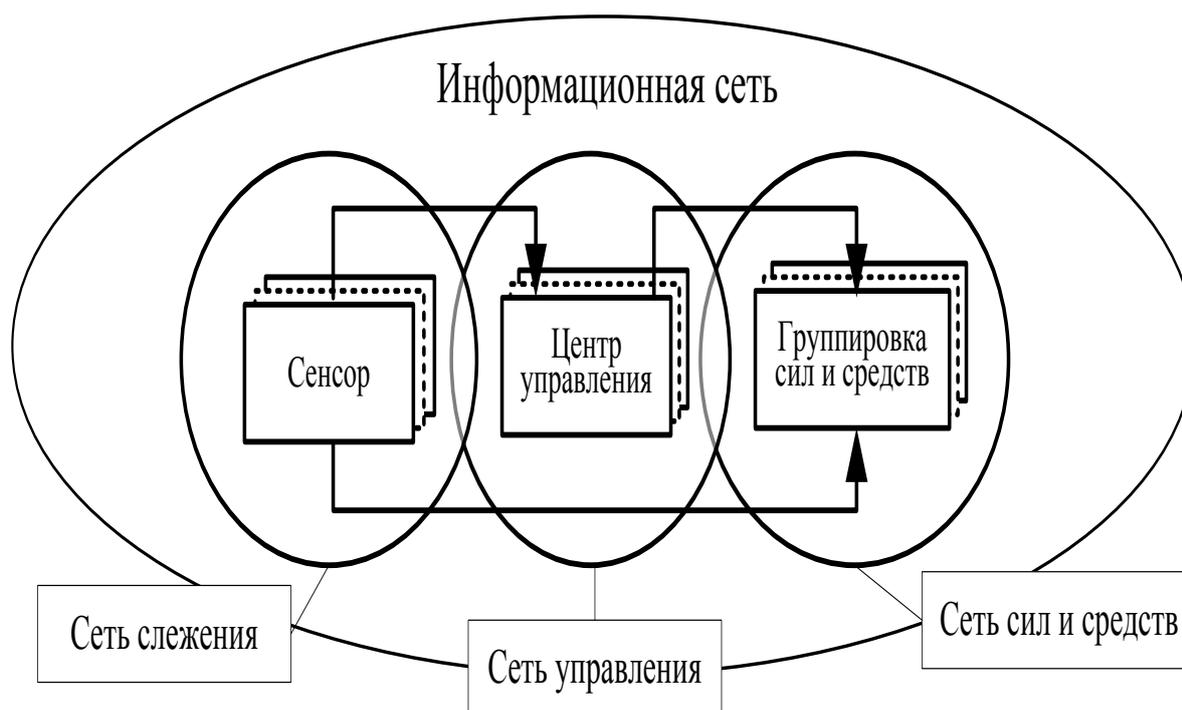


Рисунок 1 – Модель сетецентрического управления рисками

1. *Сеть слежения* предназначена для реализации процессов сбора и передачи информации о состоянии объектов, назначенных для наблюдения (мониторинга пространства). Она состоит из совокупности сенсоров, в качестве которых могут выступать технические и программные средства (датчики, регистраторы, видеокамеры, данные из форумов и социальных сетей) и люди (наблюдатели, информаторы). Сеть обеспечивает регистрацию, селекцию и трансляцию состояния ландшафта, значений параметров наблюдаемых объектов и пространства, речевой информации (устной и письменной).

2. *Сеть управления* представляет собой взаимосвязанную совокупность центров управления, на которых работают лица, ответственные за безопасность. Назначение этой сети – принятие решений в соответствии со складывающейся обстановкой и доведение их до исполнителей.

3. *Сеть сил и средств*. Ее назначение состоит в непосредственном выполнении задач, стоящих перед системой в целом. В эту сеть входят исполнители и обеспечивающие структуры.

4. *Информационная (информационно-управляющая) сеть*. Она реализует доступ элементов других сетей ко всей необходимой информации.

Информационные потоки могут циркулировать традиционным образом: «сенсоры – центры управления – силы и средства», а в ряде случаев идти по маршруту «сенсоры – силы и средства». Последний вариант не только снижает время доведения информации до исполнителей, но и наделяет их ответственностью за выбор варианта действий. В предельном случае силы и средства могут действовать самостоятельно, опираясь на доступные им данные, получаемые из информационной сети. Такие нетрадиционные схемы взаимодействия и поведения исполнителей позволяют всей системе в целом автосинхронизироваться, т.е. организоваться по принципу «снизу-вверх», а не только изменяться в соответствии с директивами от вышестоящего руководства.

Приведенная модель концентрирует тезис о повышении эффективности управления рисками (обеспечения требуемого уровня безопасности транспортной инфраструктуры) за счет максимального использования информационного потенциала и более осмысленного понимания ситуации. Кроме того, она подтверждает положение системного анализа о необходимости комплексирования централизованного и децентрализованного управления в конкретной ситуации.

Тем не менее, реализация модели сетцентрического управления рисками безопасности не может не поставить перед лицами, ответственными за ее разработку и применение, ряда серьезных проблем. Основные из них связаны с необходимостью накопления и обработки огромных массивов разнородной и, в основном, неструктурированной информации, такой как потоки изменяющихся значений некоторых показателей, тексты, голосовые сообщения, видеоизображения и т.п.

Первоочередная проблема практической реализации модели в аспекте выработки решений по управлению рисками – это наличие требуемой вычислительной мощности (производительности).

Принципиально эта проблема может быть решена за счет перехода к использованию облачных технологий (*Cloud Computing*), предполагающих предоставление пользователям сетевого доступа к общему пулу конфигурируемых вычислительных ресурсов (серверы, приложения, сети, системы хранения и сервисы), которые могут быть оперативно предоставлены и освобождены с минимальными усилиями по управлению ими и без необходимости взаимодействия с провайдером [3]. В целом, технология представляется привлекательной, но ее конкретные предложения могут быть существенно ограничены в силу недостаточности гарантий информационной безопасности публичного облака. Поэтому более привлекательным видится использование частного облака, строящегося и функционирующего под юрисдикцией транспортного ведомства (Министерства транспорта Российской Федерации).

Несмотря на широкие возможности облачных технологий, они не в силах самостоятельно обеспечить извлечение необходимой информации из всего поступающего контента. Современная парадигма, позволяющая решать такую задачу, сосредоточена в концепции, известной как «аналитика больших данных» (*Big Data Analytics*). Эта концепция очень удачно согласуется с сервисами распределенного хранения данных и их массово-параллельной обработки, предоставляемыми суперкомпьютерами и/или облачными технологиями [4].

Big Data Analytics можно определить как группу методов и средств обработки динамически растущих объемов структурированных и неструктурированных данных в распреде-

ленных информационных системах, обеспечивающих организацию качественно новой полезной информации. В свою очередь, *Big Data* – это наборы данных такого объема, что традиционные инструменты не способны осуществлять их захват, управление и обработку за приемлемое для практики время [5].

Преимущества *Big Data* определяются их основными характеристиками, которые обозначают как четыре *V*, а чаще три первых *V* ($4V$ или $3V+1$):

- объем (*Volume*) – долговременное хранение огромных объемов информации;
- скорость (*Velocity*) – анализ в режиме, близком к реальному времени, благодаря параллельной (распределенной) обработке данных;
- разнообразие (*Variety*) – отсутствие жестких требований к формату и структуре данных;
- ценность (*Value*) – полезность данных для решения функциональных задач.

По своей сущности *Big Data Analytics* является инструментарием прогнозирования. Применение математических методов к данным большого объема позволяет прогнозировать вероятности интересующих событий и их последствия.

Любой риск нарушения безопасности может характеризоваться совокупностью двух свойств. Во-первых, возможностью причинения вреда, как некоторого свершившегося или прогнозируемого исхода опасного события или явления. Поэтому риск часто связывают с размером ущерба, как правило, в натуральном или стоимостном выражении. Во-вторых, неоднозначностью наступления опасного прецедента. В этом случае следует вести речь о вероятности его свершения.

Цель использования *Big Data* в сфере управления рисками безопасности транспортной инфраструктуры состоит в подготовке (на основе накопленных статистических данных) информации о районах вероятной угрозы нарушения нормального функционирования интересующих объектов с указанием места и времени возможного события, а также предполагаемого ущерба. Реализация этой цели позволит повысить эффективность реагирования на потенциальные инциденты в условиях ограниченных ресурсов сил и средств.

Технология *Big Data Analytics* универсальна относительно прикладной отрасли. Ее использование в сфере профилактики правонарушений в Соединенных Штатах Америки – система *Blue CRUSH* (от англ.: *Crime Reduction Utilizing Statistical History* – снижение преступности на основе статистических данных), разработанная компанией *IBM*, – позволило снизить уровень преступности в г. Мемфис на 31%, из которых 15% приходится на тяжкие преступления. Решения, имеющие в своей основе *Big Data Analytics*, применяются в ряде городов США (Нью-Йорк, Сياتл, Лос-Анджелес и др.) и масштаб их использования возрастает с каждым годом [6].

Таким образом, следует ожидать, что технология *Big Data Analytics* окажется востребованной, и будет активно внедряться в область обеспечения безопасности транспортной инфраструктуры. Уместно предположить, что в сочетании с концепцией сетецентрического управления она позволит существенно повысить уровень защищенности контролируемых объектов и систем.

Список литературы

1. Иванов А.Ю., Максимов А.В. О сетецентрической модели операций по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций // Научно-аналитический журнал «Проблемы управления рисками в техносфере». 2013. № 2 [26]. С. 83-87.
2. Иванов А.Ю., Максимов А.В. Перспективы разработки сетецентрической системы управления силами и средствами в МЧС России // Научно-аналитический журнал «Проблемы управления рисками в техносфере». 2014. № 1 [29]. С. 109-113.
3. Батура Т.В., Мурзин Ф.А., Семич Д.Ф. Облачные технологии: основные понятия, задачи и тенденции развития. // Электронный научный журнал: Программные продукты, системы и алгоритмы. URL: <http://swsys-web.ru/cloud-computing-basic-concepts-problems.html>.

4. Big Data: аналитика и решения. URL: 5. Алексеев М. Что такое Big Data? URL: <http://www.slideshare.net/mikhailalekseev71/big-data-40258380>.

5. Савельев А.И. Проблемы применения законодательства о персональных данных в эпоху «Больших данных» (Big Data) // Право. Журнал Высшей школы экономики. 2015. № 1. С. 43-66.

УДК 338.47:656

ОРГАНИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОЦЕССА КОМПЛЕКСНОГО МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ БОЛЬШОГО ГОРОДА (НА ПРИМЕРЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА)

Ложкин Владимир Николаевич – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры пожарной, аварийно-спасательной техники и автомобильного хозяйства, заслуженный деятель науки РФ, ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Аннотация. Приводятся результаты расчетного исследования негативного воздействия вредных (загрязняющих) веществ транспорта на население и объекты инфраструктуры Санкт-Петербурга. Информационная система долгосрочного прогноза связывает электронные базы данных о техническом состоянии городского транспорта и производимой им работе с качеством воздушной среды и воздействием на заболеваемость населения, продуктивность аграрного и лесного секторов хозяйствования, разрушение объектов инфраструктуры и изменение климата. Наносимый ущерб выражается в натуральных и стоимостных показателях. Результаты расчета показали преимущества введения транспорта 4, 5 экологических классов с переходом на экологически чистые виды топлива и внедрения механизма дифференцированного налогообложения в транспортном секторе. Апробированные решения предлагается внедрить в информационной технологии и системе контура обработки городской экологической информации для принятия управленческих решений по развитию транспорта.

Ключевые слова: информационная система, городской транспорт, качество воздушной среды, экологическая безопасность, расчетный мониторинг.

THE ORGANIZATION OF INFORMATION PROCESS FOR INTEGRATED MONITORING OF AIR ENVIRONMENT QUALITY OF A BIG CITY: EVIDENCE FROM ST. PETERSBURG

Lozhkin Vladimir N. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of fire equipment, Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia

Abstract. Describes the results of computational studies of the negative impact of transport related harmful substances on the population and infrastructure of Saint Petersburg. Information system of long-term forecasts connects an electronic database of technical condition of urban transport and its operational parameters with air quality, people morbidity, productivity of the agricultural and forestry sectors, destruction of infrastructure, and climate change. The damage is expressed in physical and monetary indicators. The results of the calculation showed the benefits of introducing transport corresponding to Euro 4 - Euro 5 emission standards, use of alternative fuels and the introduction of a mechanism of differential taxation in the transport sector. Proven solu-

tions are offered to introduce information technology and system of circuit processing, urban environmental information for making management decisions on transport development.

Keywords: information system, urban transport, air quality, environmental safety, calculation monitoring.

Информационные процессы системы государственного контроля чрезвычайных ситуаций опасного загрязнения воздушной среды городским транспортом в течение последних лет претерпели серьезные положительные изменения, обусловленные целенаправленной деятельностью в данном направлении на уровне Правительства РФ, Министерства автомобильного транспорта РФ, МЧС, городских природоохранных служб [1]. В то же время методическое обеспечение формирования информационных процессов контроля и мониторинга применительно к реальной сфере эксплуатации городского транспорта имеет серьезные недостатки, главным из которых является слабая эффективность принимаемых управленческих решений.

Методически технология нового информационного процесса организована по двум направлениям («ветвям») мониторинга, условно,

– «экстремального индивидуального воздействия» в результате формирования чрезвычайного 20-ти минутного загрязнения воздушной среды опасными химическими веществами и шумом. Оно включает обоснование распределения шумовой нагрузки по данным городской автоматизированной информационной системы [1], физико-математической модели диффузии и метаболизма вредных веществ в атмосфере непосредственно в местах эксплуатации транспорта, оценки биоэкологического риска для людей, находящихся в зоне этого воздействия, и экологического зонирования города с учетом функциональности отдельных территорий [2];

– «социального воздействия» в форме оценок валовых выбросов загрязняющих веществ и средних за год уровней шумовой нагрузки, а также, – потенциальных издержек в натуральных и стоимостных показателях ущерба по данным за весь временной прогнозируемый период. Потери общества от химических загрязнителей воздуха при этом определяются на основе оценки возможностей общества и государства компенсировать издержки, не входящие «в себестоимость товаров и услуг», а от шума, – готовности населения оплачивать разницу в стоимости зашумленного и незагрязненного шумом жилья [2].

Формирование как одной, так и второй «ветвей» информационного процесса совершается в три этапа (1 этап – обоснование информационных баз данных, математических моделей и электронных программ; 2 этап – проведение экспериментов, измерений и расчетов, включая обоснование мероприятий и сценариев, а также исследования на конкретных градостроительных объектах). Завершается информационный процесс принятием соответствующих управленческих решений. Для реализации виртуальной части информационного процесса на персональной ЭВМ требуются дополнительные программные средства из серии «Эколог» фирмы «Интеграл», ArcGIS (первая «ветвь») [3] и специально разработанной оригинальной программы, реализованной в среде Microsoft Excel (вторая «ветвь») [2].

Для реализации технологии информационного процесса мониторинга были обоснованы и применены соответствующие решаемым задачам математические модели и информационные базы данных.

Физико-математическая модель распространения и накопления загрязняющих веществ от транспортных средств при неблагоприятных метеорологических и транспортно-дорожных условиях (так называемых, НМУ и «часов пик»). По нашему мнению, для таких условий в наибольшей степени подходит формализация, известная в теории математического моделирования, как К-подход (научная школа профессора Берлянда М.Е. – ГГО им. А.И. Воейкова) [3].

Использование такой расчетной схемы позволяет учитывать целый ряд важнейших для чрезвычайных ситуаций обстоятельств, а именно: степень не благоприятности местных

климатических условий для устойчивого рассеивания примесей в воздухе, в частности, инверсионные («застойные») состояния атмосферы; влияние рельефа местности, качества подстилающей поверхности, геометрических параметров прилегающей к автодорогам застройки; фотохимический метаболизм веществ и, в частности, важнейший для автотранспортных выбросов процесс трансформации NO в NO₂.

Разработанные расчетные и экспериментально-расчетные методы прогнозирования чрезвычайно опасного загрязнения воздушной среды в окрестности автомагистралей при неблагоприятных метеорологических условиях в периоды интенсивной эксплуатации автомобильного транспорта (часы «пик») на основе ГИС составили основу информационных процессов мониторинга качества воздушной городской среды [3]. На рис. 1, в качестве примера, показана структура инструментально-расчетной информационной системы, реализующей информационный процесс мониторинга для локального «on-street» уровня, – городской автомагистрали.

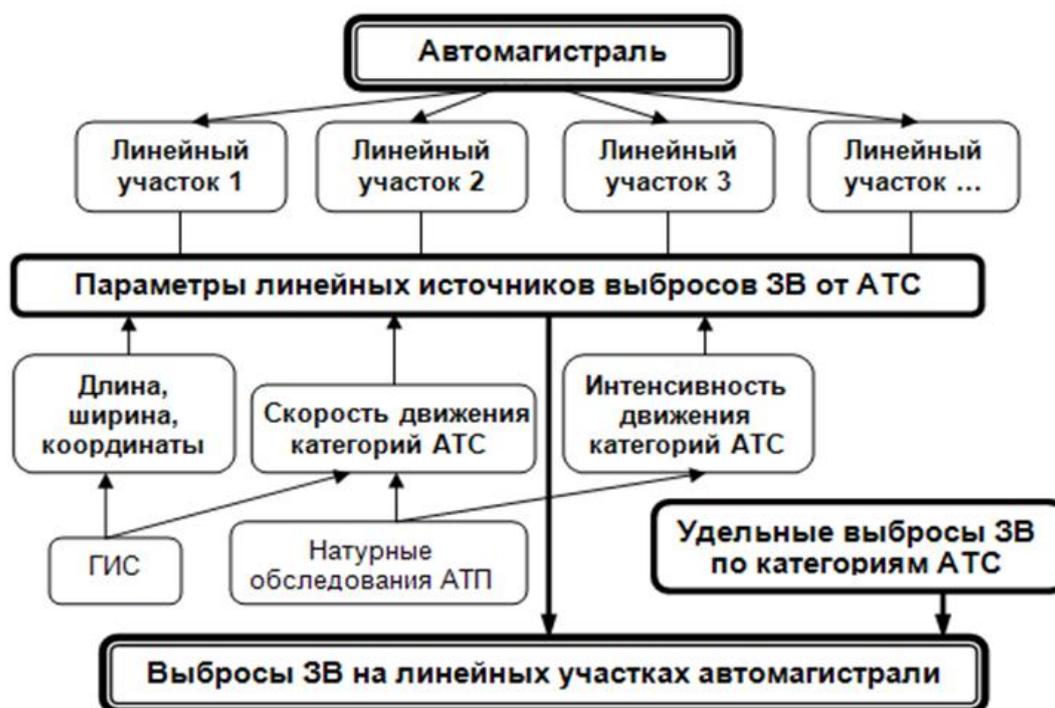


Рисунок 1 – Структура методологии оценки загрязнения атмосферы на автомагистрали при неблагоприятных метеоусловиях в часы «пик»

В основу математической модели преобразования максимальных концентраций загрязняющих веществ и уровней шума в комплексные показатели индивидуального биоэкологического риска и территориальной экологической нагрузки были положены данные эмпирических исследований (в частности, клинических испытаний) всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), московской медицинской академии (ММА им. И.М. Сеченова), НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина российской академии медицинских наук.

Математическая модель оценки ущерба, наносимого обществу вредными выбросами городского транспорта, была нами построена в соответствии с международной методологией, так называемого, «последовательного отслеживания эффектов воздействия»), с региональными уточнениями факторов «эмиссии» загрязняющих веществ в атмосферу и «удельной стоимости» негативных эффектов. Последний фактор оценивался нами по соответствующему «маршруту» воздействия частиц PM₁₀, SO₂, NO_x, O₃, канцерогенов, «парниковых» газов, CO с учетом значений «стандартной» функции «доза – реакция (ответ)». Канцероген-

ный эффект оценивался, главным образом, по бензолу (C_6H_6); 1.3 бутадиену; полициклическим ароматическим углеводородам; метил- третичному- бутиловому эфиру МТБЭ; формальдегиду; этилену и этиленоксиду.

На 1 этапе реализации информационного процесса определяется выброс загрязняющего вещества в тоннах за год. На 2 этапе рассчитывается ущерб в натуральном выражении, то есть количество пострадавших людей, к примеру, – заболевших астмой. На данном этапе нами использовались статистические данные смертности, заболеваемости астмой, бронхитом за 17 лет наблюдений с учетом реального состава населения Санкт-Петербурга. На 3 этапе определяется социальный ущерб, оцененный в млн. рублей. Это суммарный ущерб обществу от всех пострадавших (например, деньги, которые необходимо потратить на лечение от астмы всего заболевшего контингента населения за год).

Потребитель может получать информацию, например, об ущербе, причиняемом различными группами транспортных средств (рис. 2).

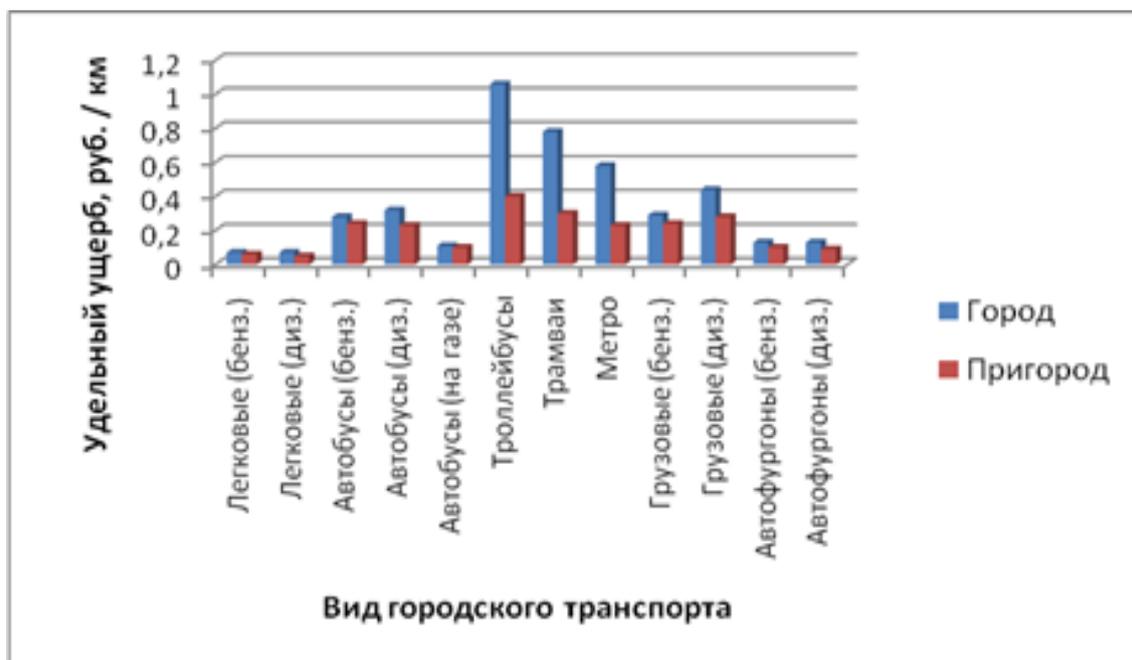


Рисунок 2 – Ущерб от загрязнения атмосферного воздуха на 1 км пробега транспорта

Разработанная математическая модель оценки воздействия транспортного шума в натуральных и стоимостных показателях в своей принципиальной постановке предполагает гармонизацию отечественных подходов с современными международными требованиями [2]. Она основана на результатах эмпирических исследований, показавших, что неприятность восприятия человеком шума не линейно связана с уровнем измеряемого «физического шума».

Это принципиальное обстоятельство нашло отражение в основной характеристике натурального воздействия транспортного шума, принятой в модели и названной показателем шумового воздействия (ПШВ). Взвешенная мера ПШВ для конкретного жилого помещения рассчитывается на основе данных об уровне шума, $LA_{экв}$ (24 ч) по приведенной на слайде 18 формуле.

Разработанные нами информационные процессы и системы гармонизированы в рамках Европейской Экономической Комиссии Организации Объединенных Наций.

Список литературы

1. Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге в 2014 году / Под редакцией И.А. Серебрицкого – СПб.: ООО «Дитон». 2015. 180 с.
2. Lozhkin, V.N., Lozhkina, O.V. Environment Safety Management of Urban Road Transport. LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH and Co., Saarbrücken. DU. 2011. 195 p. (in Russian).
3. Lozhkin V.N., Lozhkina O.V., Ushakov A.A. Using K-Theory in Geographic Information Investigations of Critical-Level Pollution of Atmosphere in the Vicinity of Motor Roads // World Applied Sciences Journal (Problems of Architecture and Construction). 2013. V. 23. P. 1818-4952.

УДК 629.113

**К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПЕРЕДАТОЧНОГО КОЭФФИЦИЕНТА
МЕХАНИЗМА УПРАВЛЕНИЯ ПОЛУПРИЦЕПОМ ДВУХЗВЕННОГО
АВТОПОЕЗДА**

Мойся Дмитрий Леонидович – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры технической эксплуатации автомобилей

Энглезы Ирина Павловна – кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедрой технической эксплуатации автомобилей кафедры технической эксплуатации автомобилей

Ефименко Алла Николаевна – кандидат технических наук, доцент кафедры технической эксплуатации автомобилей

Донецкая академия автомобильного транспорта, г. Донецк

Аннотация. Рассматриваются проблемы управляемости двухзвеного автопоезда с управляемым полуприцепом. Выполнен синтез системы управления и получен закон изменения передаточного коэффициента механизма управления, который обеспечивает равенство радиусов траекторий движения задних колес полуприцепа и тягача. Показано, что при определении передаточных отношений по предложенному закону автопоезд с длиннобазным полуприцепом выполняет требования относительно маневренности.

Ключевые слова: автомобильный поезд, поворачиваемость, стационарный режим движения.

**THE DETERMINATION OF THE TRANSFER FACTOR OF A GOVERNANCE
MECHANISM FOR THE SEMITRAILER IS TWO-LINK ROAD TRAIN**

Moisia Dmitriy L. – Candidate of Technical Sciences

Anglesy Irina P. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of Department technical exploitation of cars

Yefymenko Alla N. – Candidate of Technical Sciences

Donetsk Academy of automobile transport, Donetsk

Abstract. Considers the problems of controllability two-link road train with the guided semitrailer. Performed the synthesis of a control system and receiving the change law of the of the transfer factor of a governance mechanism, which ensures the equality of the radii of the trajectories of rear wheels of the semitrailer and the towing vehicle. It is shown that when determining gear ratios by the proposed law, of the road train with is long wheelbase semi-trailer performs the requirements maneuverability.

Keywords: road train, steering, steady driving mode.

Введение. Одним из основных путей повышения производительности автомобильного транспорта является увеличение грузоподъемности автотранспортных средств, что в условиях ограниченных осевых нагрузок возможно за счет широкого использования автомобильных поездов. При этом их безопасная эксплуатация в большой степени зависит от свойств управляемости. Многие дорожные происшествия связаны с заносом и отклонением от заданной траектории движения автопоездов при совершении маневра. Поэтому при решении практических задач наибольший интерес представляет вопрос о сохранении таких динамических свойств системы тягач-полуприцеп, как устойчивость и управляемость [1-3].

Постановка задачи. В настоящей работе рассмотрены характеристики поворачиваемости как ведущего, так и ведомого звеньев; проанализированы условия, обеспечивающие безопасную эксплуатацию двухзвенного автопоезда с управляемым полуприцепом [4].

Метод решения задачи. Для решения задачи приняты параметры системы:

v - продольная составляющая центра масс тягача;

a, b - расстояние от центра масс тягача до центров передней (управляемой) оси и задней оси тягача;

c - расстояние от центра масс тягача до точки сцепки со вторым звеном;

d_1 - расстояние от центра масс второго звена до точки сцепки с тягачом;

коэффициенты сопротивления уводу на осях (k_1, k_2, k_3);

θ - угол поворота управляемого модуля;

m, J - масса и центральный момент инерции тягача;

v, u - продольная и поперечная проекции вектора скорости центра масс на оси, связанные с тягачом;

ω - угловая скорость тягача, относительно вертикальной оси;

m_1, J_1 - масса и центральный момент инерции второго звена;

v_1, u_1 - продольная и поперечная проекции вектора скорости центра масс второго звена;

φ - угол складывания (угол между продольной осью тягача и полуприцепа),

PCH - передаточное число механизма управления осью полуприцепа.

Используя методику анализа управляемости модели автомобиля [4, 5], углы увода на осях колес определяются:

$$\delta_1 = \theta - \frac{u + a\omega}{v}; \quad \delta_2 = \frac{-u + b\omega}{v}; \quad \delta_3 = \theta_1 + \frac{-u_1 + b_1\omega_1}{v_1} = PCH \cdot \varphi + \frac{v\varphi - (u - c\omega) + \omega L_1}{v}.$$

Линеаризованная система уравнений, определяющая стационарный режим движения двухзвенного автопоезда с управляемым полуприцепом имеет вид:

$$-(m + m_1)\omega v + Y_1 + Y_2 + Y_3 = 0; \quad aY_1 - bY_2 - cY_3 + cm_1\omega v = 0; \quad d_1 m_1 \omega v - Y_3 L_1 = 0.$$

Силы увода (линейные функции от углов увода на осях):

$$Y_1 = k_1 \delta_1; \quad Y_2 = k_2 \delta_2; \quad Y_3 = k_3 \delta_3.$$

Разрешая систему, получено выражение для угловой скорости:

$$\omega = - \frac{k_1 k_2 l L_1 v \theta}{((k_1 a - k_2 b) L_1 m + ((a + c)k_1 + (c - b)k_2) b_1 m_1) v^2 - k_1 k_2 l^2 L_1}$$

При установившемся движении по окружности заданного радиуса имеет место соотношение $\omega=v/R$, где v - продольная составляющая скорости центра масс тягача, R – радиус траектории точки на продольной оси тягача, скорость которой направлена вдоль продольной оси тягача. Приравняв правые части двух последних уравнений, получено уравнение поворачиваемости для модели двухзвенного автопоезда:

$$\theta = - \frac{(((a+c)b_1 m_1 + a L_1 m) k_1 - (b L_1 m + (b-c)b_1 m_1) k_2) v^2 - k_1 k_2 l^2 L_1}{k_1 k_2 l L_1 R}$$

Учитывая распределение масс по осям:

$$N_1 = \frac{b L_1 m + (c-b)b_1 m_1}{L_1 l}; \quad N_2 = \frac{(a+c)b_1 m_1 + a m L_1}{L_1 l}; \quad N_3 = \frac{m_1 d_1}{L_1};$$

получено компактное уравнение поворачиваемости «приведенного тягача»

$$\theta = \frac{l}{R} + \left(\frac{N_1}{k_1} - \frac{N_2}{k_2} \right) Aus;$$

где $Aus = v^2/Rg$ - боковая составляющая ускорения центра масс тягача, в безразмерном виде.

График прямой поворачиваемости (рис. 1) получен для следующих численных значений параметров двухзвенного автопоезда с управляемым полуприцепом:

$$g = 9,81 \text{ м/с}^2; \quad a = 4,217 \text{ м}; \quad b = 3,376 \text{ м}; \quad b_1 = 2,93 \text{ м}; \quad d_1 = 8,075 \text{ м}; \quad c = 3,376 \text{ м}; \\ m = 6417 \text{ кг}; \quad m_1 = 41846 \text{ кг}; \\ k_1 = 100000 \text{ Н}; \quad k_2 = 300000 \text{ Н}; \quad k_3 = 300000 \text{ Н}; \\ J = 27521 \text{ кгм}^2; \quad J_1 = 932923 \text{ кгм}^2.$$

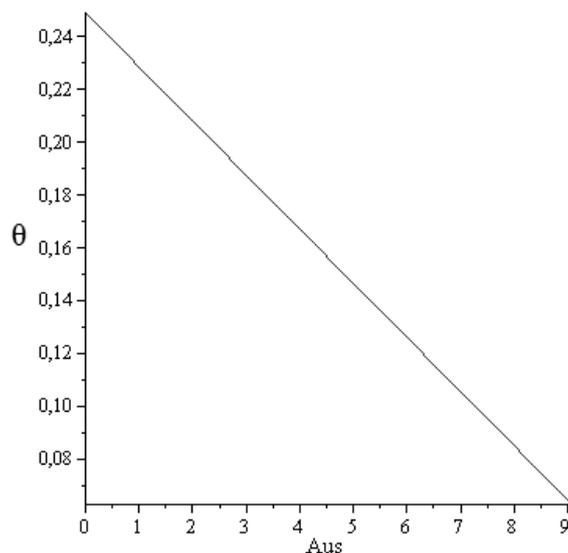


Рисунок 1 – Диаграмма поворачиваемости двухзвенного автопоезда (θ - угол поворота управляемых колес тягача как функция $Aus \cdot g$ - боковой составляющей ускорения центра масс тягача, получено для значения $R=30,5$ м)

Далее представлен алгоритм определения передаточного отношения механизма управления поворотной осью полуприцепа. Цель введения управления полуприцепом – уменьшение коридора движения, что обеспечивает необходимую маневренность, например,

при движении по кольцевому участку, для этого должно выполняться равенство $R_B = R_E$.

Определить множество стационарных режимов в общем виде, решая систему линеаризованных уравнений, определяющих стационарный режим (см. ранее).

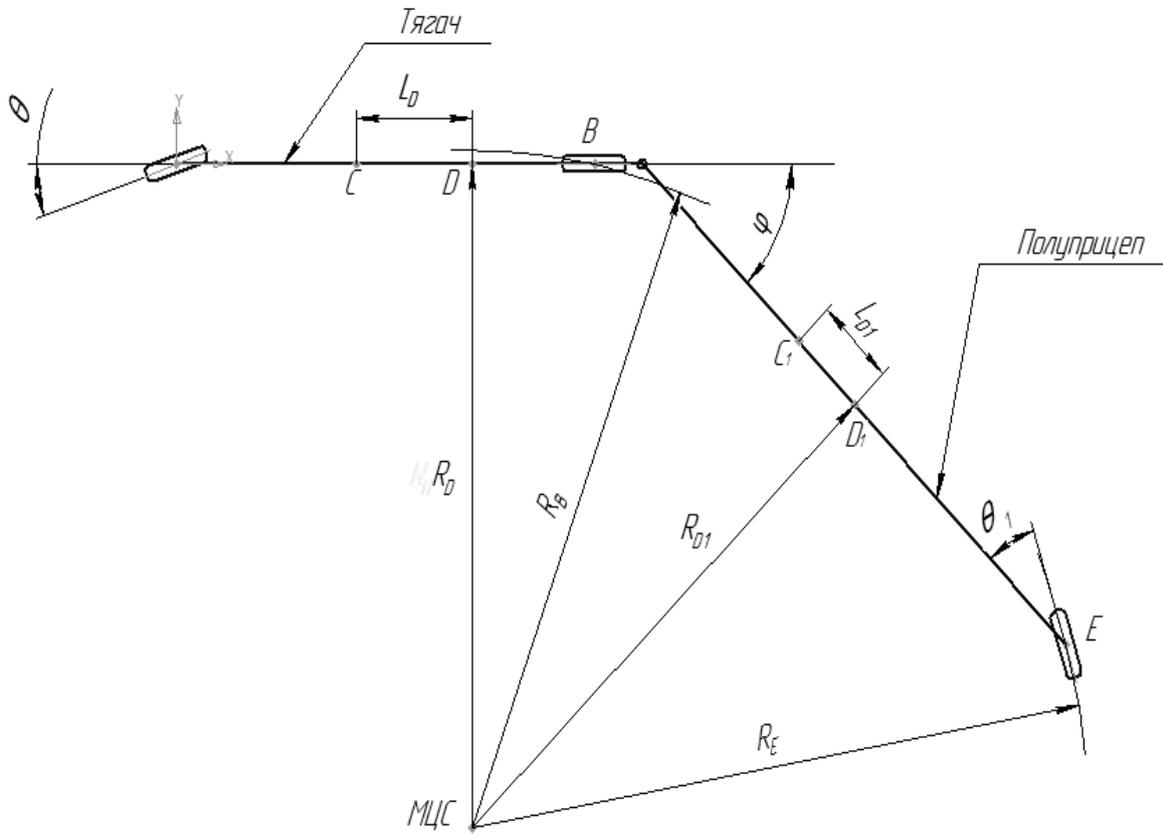


Рисунок 2 – Схема двухзвенного автопоезда с управляемым полуприцепом

Решение данной системы дает следующие значения фазовых переменных в общем виде:

$$u = \frac{k_1 (-v^2 (m a L_1 + m_1 b_1 (a + c)) + l b k_2 L_1) v}{v^2 ((b k_2 - a k_1) (m L_1 + m_1 b_1) - c m_1 b_1 (k_1 + k_2)) + l^2 k_1 k_2 L_1 + 2 k_1 k_2 L_1 a b} \cdot \theta;$$

$$\omega = - \frac{k_1 k_2 l L_1 v}{((k_1 a - k_2 b) L_1 m + ((a + c) k_1 + (c - b) k_2) b_1 m_1) v^2 - k_1 k_2 l^2 L_1} \cdot \theta;$$

$$\varphi = - \frac{((-b_1 k_3 (a + c) + d_1 k_2 l) m_1 - k_3 a m L_1) v^2 + ((l - c) a + (b + c) b - l) k_2 k_3 L_1 k_1}{(1 + PCH) k_3 ((m_1 b_1 + m L_1) (k_2 b - k_1 a) - m_1 k_2 L_1 c) v^2 + k_1 k_2 l^2 L_1} \cdot \theta.$$

Определить радиусы движения характерных точек полуприцепа:

$$R_D = \frac{v}{\omega}; \quad L_D = \frac{u}{\omega}; \quad R_{D1} = \frac{v_1}{\omega}; \quad L_{D1} = \frac{u_1}{\omega}.$$

Определить радиусы движения характерных точек полуприцепа:

$$R_B = \sqrt{R_D^2 + (CB - L_D)^2}; R_E = \sqrt{R_{D1}^2 + (C_1E - L_{D1})^2}.$$

Приравнять полученные радиусы и разрешить данное уравнение относительно передаточного отношения механизма управления осью полуприцепа (РСН):

Для численных значений параметров двухзвенного автопоезда с управляемым полуприцепом, приведенных ранее, соответствуют следующие графики изменения передаточного отношения механизма управления осью полуприцепа (рис. 3).

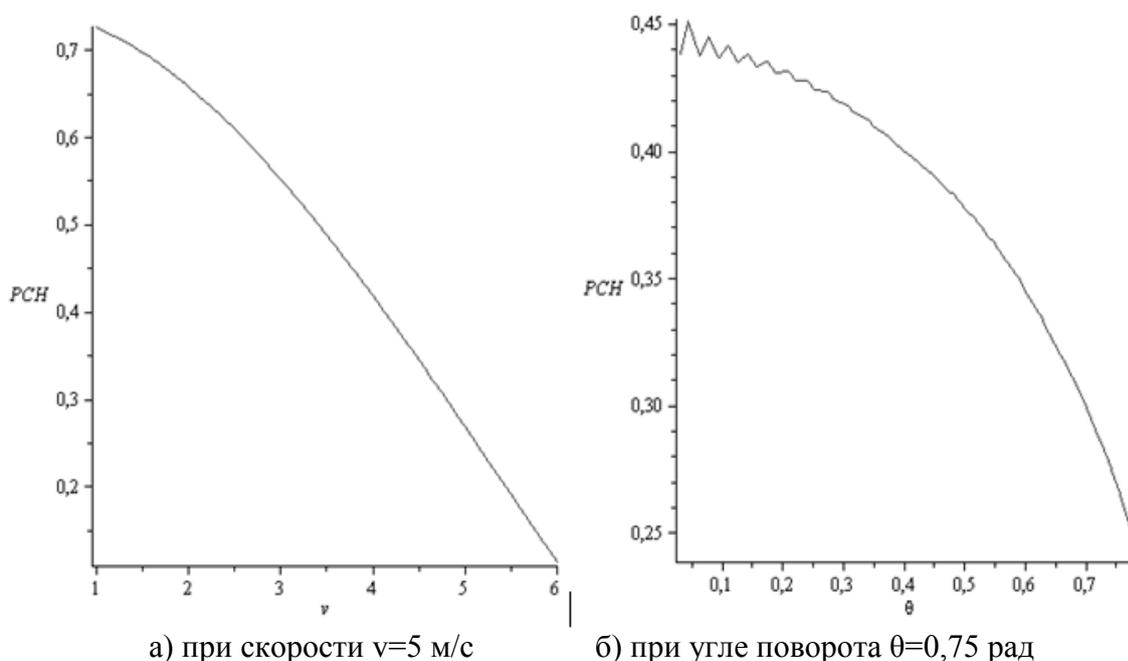


Рисунок 3 – Графики изменения передаточного отношения механизма управления осью полуприцепа: а) – зависимость от θ и б) – зависимость от v

Выводы. Из графиков на рисунке 3 следует, что рекомендованное значение передаточного числа механизма управления осью полуприцепа $РСН = 0,33$, которое обеспечивает примерное равенство радиусов качения центров задней оси тягача и полуприцепа в диапазоне скорости движения до 5 м/с и угла поворота управляемых колес тягача в интервале $25^\circ - 45^\circ$.

Список литературы

1. Автомобиль: теория эксплуатационных свойств: Учебное пособие / В.П. Волков, А.П. Кравченко. Луганск: Ноулидж. 2008. 300 с.
2. Надежность автомобильных поездов: Монография / А.В. Бажинов, А.П. Кравченко. – Луганск: Ноулидж. 2009. 412 с.
3. Кравченко А.П. Развитие теории обеспечения эксплуатационной надежности автопоездов // Вестник Красноярского государственного технического университета. Транспорт. – Красноярск: КГТУ. 2005. Вып. 39. С. 606-615.
4. Качественные и аналитические методы в динамике колесных машин / Л.Г. Лобас, В.Г. Вербицкий. – Киев: Наук. Думка. 1990. 232 с.

5. К вопросу анализа управляемости нелинейной модели автомобиля / А.П. Кравченко, В.Г. Вербицкий, М.И. Загороднов, В.А. Банников, О.П. Сакно, А.Н. Ефименко, Н.А. Турчина // Наукові вісті Далівського університету. Електронне наукове фахове видання. 2010. № 1.

УДК 338.47:656 (98)

ВОРКУТА – КРУПНЫЙ ТРАНСПОРТНЫЙ УЗЕЛ РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ

Киселенко Анатолий Николаевич – доктор технических наук, доктор экономических наук, профессор, заведующий лабораторией проблем транспорта

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

*Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера
Кomi научного центра Уральского отделения Российской академии наук*

Аннотация. Представлены исследования транспортного узла Воркуты. Показано, что Воркута является крупным транспортным узлом и промышленным центром российской Арктики. Рассмотрено развитие различных видов транспорта транспортного узла Воркуты.

Ключевые слова: транспортный узел, развитие, функционирование, Воркута.

VORKUTA IS A MAJOR TRANSPORT HUB OF THE RUSSIAN ARCTIC

Kiselenko Anatoly N. – Doctor of Technical and Economics Sciences, Professor, Head of the Laboratory of transportation problem

*Malashchuk Petr A. – PhD, 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 Russian Academy of Sciences*

Abstract. The article investigates the transport hub of Vorkuta. It is shown that Vorkuta is a major transportation hub and industrial center of the Russian Arctic. Examines the development of different types of transport hub of Vorkuta.

Keywords: transport hub, development, operation, Vorkuta.

Воркута является одним из немногих крупных городов российской Арктики [1] и входит в состав сухопутных территорий Арктической зоны России. Численность населения городского округа Воркута в 2015 г. составило 82,9 тыс. чел., а самого города – 60,3 тыс. чел. (для 1991 г. эти цифры составляли соответственно 214 тыс. и 117 тыс. чел.). Город является крупным промышленным узлом северной части Европейского Северо-Востока. Воркутинский геолого-промышленный район располагает самыми большими в Европе запасами угля (порядка 4 млрд. т) и обладает высоким промышленным потенциалом [2].

Железнодорожный транспорт. Являясь основным магистральным видом, железнодорожный транспорт осуществляет круглогодичную связь Воркуты с остальными частями страны по магистрали Коноша – Воркута [3]. Движение поездов осуществляется с помощью тепловозов. До станции Инта железная дорога является двухпутной, а участок Инта – Воркута – однопутным (без автоблокировки). На узловой железнодорожной станции Чум происходит разветвление дороги в направлении Воркуты и Лабитнанги.

Железнодорожная станция Воркута Сосногорского региона Северной железной дороги относится к грузовым и выполняет работы по приему и выдаче грузов мелкими, повагон-

ными отправками; приему и выдаче грузов в универсальных контейнерах массой брутто 3, 5 и 20 т, для чего оборудованы как открытые площадки, так и крытые склады. Станция оборудована механизмами для погрузки-выгрузки тяжеловесных грузов грузоподъемностью 12,5 т. На станции имеется 9 железнодорожных путей полезной длиной 850 м, где проводятся работы по приемке, сортировке, формированию и отправке составов. Пассажирская платформа длиной 400 м способна принимать состав из 15 вагонов. Эксплуатационное депо Воркута осуществляет техническое обслуживание локомотивов, кроме этого имеется вагонное депо, а также подразделения в виде пунктов технического обслуживания вагонов в Инте, Печоре, Мульде, Усинске, Лабитнангах.

Существует прямое пассажирское сообщение с городами Адлер, Киров, Лабитнанги, Москва, Нижний Новгород, Санкт-Петербург, Сыктывкар и др.

Особенностью железнодорожного узла Воркуты является наличие большой протяженности путей необщего пользования, являющихся подъездами к действующим и закрытым угледобывающим шахтам.

Также необходимо отметить наличие железнодорожного пути, связывающего Воркуту и Лабитнанги к которому примыкает железная дорога необщего пользования Обская-Бованенково, принадлежащая ПАО «Газпром».

Воздушный транспорт. Эксплуатантом аэропорта Воркута является АО «Комиавиатранс». Аэропорт имеет асфальтобетонную взлетно-посадочную полосу класса В, способную принимать Л-410; АН-12, 24, 26; ИЛ-18, 114; ЯК-40, 42; ТУ-134; CRJ-100/200; АTR-42; ЕМВ-120ER и другие типы воздушных судов 3-4 классов, а также вертолеты всех типов. Часовая пропускная способность служб аэропорта по прибытиям/отправлениям для воздушных судов всех типов – 2 самолета/час. Среднесуточный объем пассажирских перевозок – 143 чел. Среднесуточный объем грузовых перевозок – 1,932 т.

В настоящее время регулярное воздушное сообщение Воркуты с Москвой, Санкт-Петербургом и Сыктывкаром осуществляют авиакомпании «Комиавиатранс» и «РусЛайн».

Кроме гражданского аэропорта в городском округе Воркута располагается база Дальней авиации Военно-Космических сил России – аэродром «Советский». Существуют проект реконструкции аэродрома [6] и строительства на его базе аэропортового комплекса, а также перевода в совместное базирование с гражданским сектором.

Автомобильный транспорт. Прямое автомобильное сообщение Воркуты с другими городами Республики Коми, а также выход на федеральные автомагистрали отсутствует. Автомобильный транспорт общего пользования оказывает услуги по перевозке пассажиров только внутри городского округа. На конец 2015 года перевезено 9 млн. пассажиров по 43 маршрутам. На учете ГИБДД находится 23,1 тыс. автомобилей, из них – 20,8 тыс. – в собственности граждан. Подвижной состав эксплуатируется на дорогах местного значения с усовершенствованным покрытием протяженностью 119,9 км.

Имеется проект «Строительство автомобильной дороги Сыктывкар – Ухта – Печора – Усинск – Нарьян-Мар с подъездами к городам Воркута и Салехард» [4].

Трубопроводный транспорт. Система магистральных газопроводов, являющаяся одним из эффективных видов транспорта, действующих на территории Республики Коми [5]. Через Воркуту проходит трубопровод ПАО Газпром «Бованенково – Ухта» который доставляет газ с Бованенковского и Харасавейского месторождений Ямала. Эксплуатируется компрессорная станция КС-4 «Воркутинская», которая поддерживает в трубопроводах диаметром 1420 мм давление 11,8 МПа с помощью газоперекачивающих аппаратов ГПА-25, мощностью 25 МВт. Проектная мощность по перекачке составляет 115 млрд. куб. м/год с перспективой увеличения до 140 млрд. куб. м/год.

Вывод. Разведанные запасы угля и его качество позволяют говорить о том, что г. Воркута остается одним из центров угледобывающей промышленности РФ.

Имеющийся потенциал даже существующего железнодорожного пути используется не полностью (вывоз угля в 1990 г. – 20,7 млн. т; 2015 г. – 12 млн. т). Нет единого технологи-

ческого процесса железнодорожной инфраструктуры ОАО «Воркутауголь» и ОАО «РЖД» затрудняет продвижение на подходах к станции Воркута.

Строительство железной дороги Воркута – Усть-Кара – Амдерма позволит осуществлять доставку грузов к акватории Северного морского пути. Мелководье в морских портах Усть-Кара и Амдерма требует инновационных подходов – магнитно-левитационного эстакадного транспорта. Более перспективным является проект строительства железной дороги Бованенково-Сабетта, для которого уже найден подрядчик. При отсутствии железнодорожного моста через реку Обь, соединяющего Лабытнанги и Салехард (проект «Северный широтный ход»), грузы в порт Сабетта смогут идти только через Воркуту.

Существующие мощности аэропорта Воркута вполне удовлетворяют современным потребностям в авиационных перевозках. Недостатком является техническая невозможность обеспечения регулярных рейсов «тяжелых» (I, II категории) самолетов, т.к. продолжению взлетно-посадочной полосы препятствуют местные гидрологические условия. Базирование Арктической (Полярной) авиации необходимо осуществлять на аэродроме Советский (находящийся в ведении Министерства обороны РФ) с его дальнейшей реконструкцией под гражданский сектор, а также в аэропорту Воркута. Это позволит патрулировать территорию на самолетах типа АН-24 (с практической дальностью полета около 2000 км) от Мурманска на западе и почти до пролива Вилькицкого на востоке. Более современные воздушные суда, например АН-74 и АН-140, имеют практическую дальность более 2500 км, а с максимальной топливной загрузкой – более 3000 км. Также необходимо отметить, что расстояние по прямой от Мурманска до начала Северного морского пути (пролив Карские ворота) составляет около 1000 км, что на пределе эффективного радиуса наиболее распространенного арктического самолета – АН-24.

Работа автомобильного транспорта осуществляется в целях обеспечения жизнедеятельности Воркуты и её окрестностей. В холодное время года «зимники» связывают Воркуту с п. Усть-Кара и г. Лабытнанги. В настоящее время прямая связь с федеральной сетью автомобильных дорог отсутствует. Автомобильный транспорт на железнодорожных платформах доставляется до станции Ухта, а оттуда собственным ходом.

Статья подготовлена в рамках проекта №15-15-7-20 «Прогнозирование развития транспортной сети Европейской и Приуральской Арктики в условиях её интенсивного освоения» Комплексной программы УрО РАН (номер гос. регистрации 115100710016).

Список литературы

1. Пилясов А.Н. Города российской Арктики: сравнение по экономическим индикаторам // Вестник Московского университета. Серия: география. 2011. № 4. С. 64-69.
2. Каплан А.В., Пикалов В.А., Соколовский А.В., Шипунов А.П. Оценка перспектив развития угледобычи в Печорском бассейне // Родник будущего. 2010. № 2. С. 12-15.
3. Киселенко А.Н. О развитии транспортной системы Европейского Севера России // Региональная экономика: теория и практика. 2014. № 11 (38). С. 2-11.
4. Киселенко А.Н., Малащук П.А. Сценарии развития наземного транспорта Европейского Северо-Востока и Приуральского Севера // Мир транспорта. 2015. № 4 (59). С. 138-153.
5. Фомина И.В. Эффективность функционирования транспортной инфраструктуры региона (на примере Республики Коми) // Корпоративное управление и инновационное развитие экономики Севера: Вестник научно-исследовательского центра корпоративного права, управления и венчурного инвестирования Сыктывкарского государственного университета. 2015. № 4. С. 42-52.
6. Торговая система Спецстройторг "Открытый запрос предложений на право заключения договора на выполнение буровых и лабораторных работ по инженерно-геологическим изысканиям по объекту: «Реконструкция аэродрома «Воркута» (Советский)», н.п. Советский, г. Воркута, Республика Коми (шифр объекта: 11/АЭР-В)". URL: http://www.sstorg.ru/market/view.html?action=view_pdo&type=5360&id=630555.

УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЕЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕВОЗОК

Левин Дмитрий Юрьевич – доктор технических наук, профессор кафедры управления эксплуатационной работой и безопасностью на транспорте, ФГБОУ ВО Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II

Аннотация. Для повышения эффективности перевозочного процесса железных дорог недостаточно существующих технологических составляющих: последовательности операций и технологических норм их выполнения. Предлагаются дополнительные составляющие: создание условий для выполнения нормативно-технологических документов и управление технологией перевозочного процесса.

Ключевые слова: перевозочный процесс, технологические составляющие, оптимальные условия, управление технологией.

MANAGEMENT OF RAIL TRANSPORTATION TECHNOLOGY

Levin Dmitry Y. – Doctor of Technical Sciences, Professor of the department Management of operational performance and safety of the Moscow State University of Railway Engineering (MIIT)

Abstract. To improve the efficiency of the transportation process of Railways is not enough existing technological components: the sequence of operations and technology standards of their performance. It offers additional components: the creation of conditions for the implementation of regulatory and technological documents and managing the transportation process technology.

Keywords: transportation process, technological components, optimal conditions, technology management.

Технология работы железнодорожных участков, станций и грузовых фронтов в настоящее время включает две составляющие: последовательность операций и технологические нормы их выполнения.

При высокой грузонапряженности сети железных дорог часто этого бывает недостаточно. Участки оказываются перенасыщенными поездами, станции – вагонным парком, на грузовые фронты несвоевременно поступают вагоны. Это приводит к тому, что нарушаются график движения поездов, технологический процесс работы станций, невосполнимо теряется выгрузочная способность грузовых фронтов. Нормативно-технологические документы (график движения поездов, план формирования поездов, технологические процессы работы предприятий и т.д.) разрабатываются различными людьми, на неодинаковый и длительный период, исходя из среднесуточных объемов производства.

Реальные объемы транспортного производства подвержены значительным колебаниям и складывающаяся обстановка часто существенно отличается от нормативных условий. В этой ситуации нормативно-технологические документы сами по себе не гарантируют реализации заложенных в них возможностей.

Необходима третья составляющая технологии – создание условий для выполнения нормативно-технологических документов, т.е. регулирование насыщения участков поездами, станций вагонным парком, своевременным поступлением вагонов на станции погрузки и выгрузки.

В оперативных условиях часто по разным причинам происходят значительные изменения исходных данных и расчетных нормативов, на основе которых разрабатываются нормативно-технологические документы. Очевидно, что недостаточно только разработать технологию, надо еще приближать ее к действительности и более действенно управлять перевозочным процессом.

Резонно возразить, что существует оперативное управление поездной и грузовой работой. Но современная система оперативного планирования и диспетчерского руководства перевозочным процессом на всех уровнях управления направлена, прежде всего, на выполнение графика движения и плана формирования поездов, месячных технических заданий эксплуатационной работы и технологических процессов работы станций, депо и других линейных предприятий. Т.е. после разработки нормативно-технологических документов стоит задача их выполнения несмотря ни на что.

Например, существует автоматизированная система контроля выполнения плана формирования поездов. Известно, что план формирования поездов составляется по среднесуточным показателям на длительное время.

В то время как в повседневной работе подвержены колебаниям размеры струй вагонопотоков, расчетные нормативы, условия деятельности железных дорог и т.д. Отсутствие своевременного реагирования на происходящие изменения значительно снижает эффективность эксплуатационной работы.

Аналогичная ситуация с выполнением графика движения грузовых поездов из-за дополнительных ограничений скорости движения поездов, фактического веса поездов ниже нормативного и других причин; невыполнения норм времени на технологические операции на станциях из-за содержания избытка вагонного парка и т.д. Для изменения ситуации нужна система своевременного реагирования на отклонения от нормативов – управление технологией в соответствии с реально складывающимися условиями, т.е. способы реализации нормативно-технологических документов.

Управление технологией предполагает планирование не стихийно складывающихся обстоятельств, а создание и поддержание оптимальных условий эксплуатационной работы железных дорог и эффективности перевозочного процесса.

Для того чтобы управление технологией стало повседневным инструментом организации перевозочного процесса сделана попытка ответить на вопросы: что, чем и как управлять.

Как известно, при разработке плана формирования поездов пользуются среднесуточными размерами вагонопотоков. Однако в оперативной работе фактические размеры струй вагонопотоков могут существенно отличаться от них. Поэтому оптимальные варианты при расчете плана формирования поездов в отдельные периоды времени могут стать и неоптимальными. Пока в оперативных условиях это никак не учитывается.

Технические станции строго по плану формирования накапливают составы и при затруднениях с их отправлением ничего не меняется в ожидании пока обстановка естественным образом изменится. В результате сформированные составы часто простаивают в ожидании сначала локомотивов и бригад, а затем отправления со станции.

Простой составов в ожидании локомотивов и локомотивных бригад свидетельствуют не только об отсутствии эффективной системы регулирования локомотивным парком, но и отсутствии управления процессом формирования составов на сортировочных станциях, т.е. этот процесс протекает без учета реальных возможностей своевременного обеспечения составов локомотивами. Управление этим процессом заключается в том, что заблаговременно планируется формирование такого числа составов, которое своевременно будет обеспечено локомотивами, локомотивными бригадами и «нитками» графика движения.

Развитие информационных систем уже дает возможность прогнозировать предстоящую эксплуатационную работу, а вместе с ней и затруднения, в том числе несоответствие числа формируемых составов и необходимых для них локомотивов и локомотивных бригад. Поэтому рассмотрены возможные затруднения в эксплуатационной работе и необходимые в этих случаях способы оперативного управления организацией вагонопотоков.

«Качественное повышение степени составления» графика движения поездов часто все-таки не позволяет реализовать его возможности. Перенасыщение грузонапряженных участков поездами не дает возможности соблюдать его нормативы. Для выполнения графика движения необходимо создавать условия, не допускающие перенасыщения участков поездами. Что для этого необходимо делать показывает управление технологией.

Так на всех этапах перевозочного процесса необходимо создавать условия для выполнения технологических документов. Тем не менее, и этого часто недостаточно. Для адаптации нормативно-технологических документов к реальной обстановке необходима четвертая составляющая – управление технологией.

Основные назначения управления технологией:

1. Адаптация (временная корректировка) нормативно-технологических документов к реальной обстановке. Например, временная отмена неэффективных назначений поездов и установление временного накопления составов, отсутствующих в плане формирования.

2. Выбор и осуществление мероприятий по созданию оптимальных условий работы участков, станций и грузовых фронтов для достижения максимальных результатов. Например, перед началом каждых суток выработка требований к поступлению местных вагонов на станции для получения максимальной выгрузки.

3. Создание инструментов для решения задач по управлению технологией. Например, модели графа разветвленного полигона для определения пропускной способности железной дороги, распределения поездопотоков, этапности развития пропускной способности и т.д.

4. Выработка предложений для разработки нормативно-технологических документов. Например, определения оптимальной весовой нормы поездов с учетом всех влияющих факторов.

5. Разработка требований к службам, причастным к перевозочному процессу, по приведению в соответствие технического оснащения к потребной эксплуатационной работе. Например, требования к техническому состоянию инфраструктуры для установления потребной весовой нормы поездов.

6. Разработка предложений к развитию устройств для увеличения пропускной, провозной, перерабатывающей и выгрузочной способности.

7. Установление оптимального уровня загрузки участков, станций, грузовых фронтов соответствующего оптимальным условиям работы.

8. Перераспределение объемов работы. Например, перераспределение сортировочной работы между станциями, поездопотоков между параллельными и обходными путями разветвленного полигона.

9. Сопоставление и приведение в соответствие потребности и возможности. Например, число формируемых составов и возможности своевременного обеспечения их локомотивами, локомотивными бригадами и «нитками» графика движения; планируемые размеры движения поездов и пропускную способность участка; планируемый подвод поездов к сортировочной станции и перерабатывающую способность сортировочной горки; подводимое число вагонов и выгрузочную способность грузового фронта.

Как движением поездов на участках руководят поездные диспетчеры, также и оперативной организацией вагонопотоков должны руководить диспетчеры. Причем эти диспетчеры должны быть в штате не сортировочной станции, а – дорожного диспетчерского центра управления перевозками (ДЦУП).

Это позволит избежать злоупотреблений оперативной корректировкой плана формирования со стороны станций и даст возможность оперативно управлять составообразованием, что обеспечит:

- формирование такого числа составов, которое своевременно может быть обеспечено локомотивами, локомотивными бригадами и «нитками» графика движения;
- заблаговременную временную отмену неэффективных назначений поездов;
- оперативное назначение эффективных назначений поездов;

- оптимизацию очередности роспуска составов на станциях;
- при скользящей специализации сортировочных путей рациональное назначение формирования составов на освобождающихся путях.

С планов составообразования целесообразно начинать планирование и управление поездной работой на дороге. План составообразования вместе с планом пропуска транзитных поездов является исходной информацией для организации вызова локомотивных бригад и регулирования локомотивным парком.

Диспетчерский аппарат разных уровней заблаговременно имеет возможность сопоставить и привести в соответствие число формируемых составов, локомотивов, локомотивных бригад и «ниток» графика движения (единая сквозная технология).

Предлагается дополнительно заблаговременно сопоставлять и приводить в соответствие число формируемых составов и возможность отправлять поезда на прилегающие участки с учетом их насыщения.

При увеличении насыщенности участка поездами возрастает их влияние друг на друга, и они все чаще следуют на желтый и красный сигналы светофора. В результате снижается скорость движения поездов. В то время как изменение плотности потока поездов на участках позволяет эффективно управлять поездной работой.

Решение задач управления технологией должно стать основной обязанностью дежурно-диспетчерского аппарата.

Реализовать управление технологией, можно только имея информацию о предстоящих событиях, т.к. прошедшие и происходящие в настоящее время события можно лишь фиксировать или анализировать. Поэтому важной составляющей управления технологией является прогнозирование.

Для автоматизации управления технологией перевозочного процесса целесообразно построить следующие прогнозные и управляющие модели: накопления составов, регулирования локомотивным парком, движения поездов на участке, поездопотоков на разветвленных полигонах, планирования пропуска поездов, организации выгрузки, управления вагонным парком, работы транспортных узлов и некоторые другие.

При организации прогнозных моделей можно будет прогнозировать все элементы перевозочного процесса, а с помощью управления технологией – создать управляющие модели, которые будут выдавать предложения по адаптивному нормативно-технологическим документам к создавшейся обстановке.

Для того чтобы диспетчерский аппарат мог своевременно и эффективно реализовать многогранные возможности управления технологией, технологические решения всех эксплуатационных задач должны быть формализованы и представлены автоматизированной системой. Диспетчеру останется только ввести исходные данные и получить готовый результат решения. Это необходимо, т.к. по окончании смены диспетчер должен представить обоснование всех принятых решений по оперативной корректировке нормативно-технологических документов.

ОЦЕНКА РИСКОВ В СИСТЕМАХ ИНТЕРВАЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ

Шаманов Виктор Иннокентьевич – доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II

Аннотация. Приведены некоторые результаты разработки методов оценки рисков в системах интервального регулирования движения поездов. Предложены формулы для вычисления риска при опасных и защитных отказах в этих системах, а также при сбоях в их работе в разных поездных ситуациях. Приведены статистические данные по численным значениям интенсивностей отказов и сбоев. Обсуждаются возможности уменьшения рассматриваемых рисков.

Ключевые слова: системы интервального регулирования движения поездов, риски, отказы, сбои, последствия, поездо-часы, аварии, крушения.

RISK ASSESSMENT SYSTEMS OF INTERVAL REGULATION OF MOVEMENT OF TRAINS

Shamanov Victor I. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Moscow State University of Railway Engineering (MIIT)

Abstract. Provides some results of the development of risk assessment methods in the systems of interval regulation of movement of trains. Proposed formulas for calculating risk from hazardous and safety failures in these systems, as well as from failures in their work to train different situations. Provides statistical data on the numerical values of failures rate of these failures. Discussed the possibility of reducing this risks.

Key words: system of interval regulation of movement of trains, risks, failures, consequences, train-hours, crash.

Назначение систем интервального регулирования движения поездов (ИРДП) – обеспечение безопасности и бесперебойности движения поездов [1]. Этим определяется важность количественного определения уровня их функциональной безопасности, оцениваемого уровнем риска, который трактуется как сочетание вероятности события и его последствий [2]. Вычисляется уровень риска как произведение частоты или вероятности нежелательного события на удельный размер последствий от возникновения события данного вида за интервал наблюдения [3].

Под нежелательным событием при решении данной задачи понимается возникновение опасных, защитных или перемежающихся отказов в рассматриваемых системах при определенной поездной ситуации [4]. Удельный размер последствий оценивается за определенный интервал времени потерями поездо-часов или уровнем тяжести последствий при авариях или крушениях.

В результате риск имеет размерность последствий, отнесенную к величине интервала наблюдения. Например, если интервал наблюдения равен одному году, а последствия – потери поездо-часов, то в [3] рекомендуют для риска использовать размерность поездо-час/год.

Если следовать этим рекомендациям, то чаще всего последствия от отказов устройств систем ИРДП будут включать в себя составляющие, имеющие различную размерность. В результате могут возникать затруднения при оценке величины риска. Эта проблема снимается,

если при расчетах все рассматриваемые последствия рисков приводить к стоимостной метрике. Основная проблема здесь возникает при денежной оценке социального риска.

Частота нежелательным событий может находиться по статистическим данным о транспортных происшествиях и событиях или по данным об отказах технических средств за определенный период на выбранном участке железной дороги. Уровни тяжести последствий от возникновения опасных событий на железнодорожном транспорте определены в [2].

Однако следует отметить, что при оценке уровня тяжести катастрофических последствий аварий или крушений в этом документе совсем не учитываются гибель или тяжкий вред здоровью людей, пассажиров или других лиц, не связанных с функционированием железнодорожного транспорта.

В системах ИРДП необходимо отдельно рассматривать задачи оценки рисков при защитных и при опасных отказах в них. Для данных систем справедлив экспоненциальный закон надежности, поэтому вероятность отказа на требуемом отрезке времени можно найти, зная численные значения интенсивности отказов.

Интенсивность защитных отказов систем ИРДП может сильно отличаться на разных участках железных дорог. Считается, по данным ПГУПС, что интенсивность защитных отказов на высокоскоростных магистралях у перегонных систем ИРДП должна быть не более 10^{-9} ч^{-1} на один километр, а у станционных систем – не более 10^{-7} ч^{-1} на одну централизованную стрелку.

Если защитный отказ не вызывает потерь поездо-часов, то уровень риска R можно находить по формуле

$$R = f_{з0} \cdot f_{nc1} \cdot c_{уз}, \quad R = p_{з0} \cdot p_{nc1} \cdot c_{уз}, \quad (1)$$

где $f_{з0}, p_{з0}$ – соответственно частота и вероятность защитного отказа системы ИРДП;

f_{nc1}, p_{nc1} – соответственно частота и вероятность возникновения поездной ситуации, при которой появление защитного отказа не вызывает задержек в движении поездов;

$c_{уз}$ – последствия защитного отказа, заключающиеся в данном случае в расходах, связанных с устранением отказа.

Если защитный отказ привел к потерям поездо-часов, то можно формула (1) трансформируется в следующий вид

$$R = f_{з0} \cdot f_{nc2} \cdot c_{нз}, \quad R = p_{з0} \cdot p_{nc2} \cdot c_{нз}, \quad (2)$$

где $f_{з0}, p_{з0}$ – соответственно частота и вероятность защитного отказа системы ЖАТ;

f_{nc2}, p_{nc2} – соответственно частота и вероятность возникновения поездной ситуации, приводящей к потерям поездо-часов за время восстановления работоспособности отказавших устройств;

$c_{нз}$ – последствия защитного отказа, включающие в себя потери в поездной работе и расходы на устранение отказа.

Последствия защитного отказа зависят от интенсивности движения поездов на конкретном участке железной дороги и от способа организации работ по технической эксплуатации рассматриваемых систем. Методика вычисления потерь в поездной работе от защитных отказов систем ИРДП приведена в [4]. Расходы на устранение отказов могут существенно различаться на разных участках железных дорог.

Уровень риска при опасном отказе систем ИРДП рассчитывается по формуле

$$R = f_{о0} \cdot f_{oc} \cdot c_{оо}, \quad R = p_{о0} \cdot p_{oc} \cdot c_{оо}, \quad (3)$$

где $f_{о0}, p_{о0}$ – соответственно частота и вероятность опасного отказа системы ЖАТ;

f_{oc}, p_{oc} – соответственно частота и вероятность возникновения опасной поездной ситуации за время до устранения опасного отказа.

$c_{оз}$ – последствия опасного отказа.

Средние статистические значения интенсивности опасных отказов на магистральных железных дорогах России и стран СНГ составляют для станционных систем ИРДП не более 10^{-9} ч^{-1} на одну централизованную стрелку, для перегонных систем – $9,2 \cdot 10^{-9} \text{ ч}^{-1}$ на одну сигнальную точку автоблокировки или $7,0 \cdot 10^{-9} \text{ ч}^{-1}$ на 1 км длины перегона [4]. Следовательно, опасные отказы в системах ИРДП – редкие события, поэтому использование статистических данных для определения их интенсивности вызывает определенные затруднения.

Анализ опасных отказов в системах ИРДП на всей сети железных дорог страны за отрезок времени в шесть лет показал, что вероятность возникновения опасной поездной ситуации за отрезок времени от возникновения до устранения опасного отказа $p_{oc} \approx 0,01$.

Последствия опасных отказов рассматриваемых систем могут сильно различаться в разных происшествиях, что затрудняет определять их среднестатистические значения. В текущем столетии катастрофических последствий от отказов в этих системах не было.

Системы автоматической локомотивной сигнализации (АЛС) исключают ошибочное превышение допустимой скорости, ограничиваемой условиями безопасности движения поезда, при его управлении локомотивной бригадой. При таких нарушениях автоматически срабатывает электропневматический клапан, чем обеспечивается разрядка тормозной пневматической магистрали и экстренное торможение до полной остановки поезда.

В системах управления в нормальной обстановке один оператор делает в среднем 116 ошибок на 10 000 операций, т.е. частота ошибок имеет порядок 0,010 – 0,015. Если работают одновременно два оператора, то частота ошибок уменьшается в 300 раз [5]. В локомотивной бригаде помощник машиниста дублирует только контрольные функции – восприятие сигнальных показаний, что обеспечивает уменьшение частоты ошибок локомотивной бригады минимум на порядок.

При многократных перемежающихся отказах (сбоях) в работе системы АЛС машинист может продолжать управление движением поезда, не выключая эту систему. В таком случае появляется дополнительный раздражитель, действующий на локомотивную бригаду, что увеличивает вероятность ошибочных действий. Если машинист снижает скорость движения поезда при действии этого раздражителя, то возникают потери поездо-часов. Тогда уровень риска

$$R = f_{сб} \cdot f_{oc} \cdot c_{oc}, \quad R = p_{сб} \cdot p_{oc} \cdot c_{oc}, \quad (4)$$

где $f_{сб}, p_{сб}$ – соответственно частота и вероятность многократных сбоев в работе АЛС;

f_{oc}, p_{oc} – соответственно частота и вероятность ошибочного снижения скорости поезда;

c_{oc} – потери поездо-часов из-за ошибочных действий машиниста.

По действующим инструкциям машинист имеет право выключить систему АЛС при многократных сбоях в её работе, что увеличивает вероятность транспортных происшествий из-за ошибочных действий машиниста, не контролируемого этой системой. Уровень риска в таких случаях

$$R = f_{сб} \cdot f_{э} \cdot f_{ош} \cdot f_{oc} \cdot c_{э}, \quad R = p_{сб} \cdot p_{э} \cdot p_{oc} \cdot p_{ош} \cdot c_{э}, \quad (5)$$

где $f_{сб}, p_{сб}$ – соответственно частота и вероятность многократных сбоев в работе АЛС;

$f_{э}, p_{э}$ – соответственно частота и вероятность выключения машинистом системы АЛС;

$f_{ош}, p_{ош}$ – соответственно частота и вероятность ошибочных действий машиниста по управлению движением поезда при выключенной системе АЛС;

f_{oc}, p_{oc} – соответственно частота и вероятность возникновения опасной поездной ситуации за время движения поезда с выключенной системой АЛС;

c_g – последствия, вызванные движением поезда с выключенной системой АЛС.

Интенсивность сбоев АЛС на разных участках и в разных системах ИРДП может различаться в десятки раз. Например, на участках, оборудованных кодовой автоблокировкой и рельсовыми цепями с частотой сигнального тока 25 Гц, средняя интенсивность сбоев в работе локомотивной аппаратуры АЛС составляет в среднем 25,3 за один час на 1 км линии. На станциях этого же участка средняя интенсивность сбоев в 3 – 4 раза больше [6].

Проведенный анализ статистических данных показал, что из-за опасной трансформации кода АЛС при действии помех на локомотивном светофоре могут появляться редкие события – показания, разрешающие движение со скоростью больше, чем допустимо по условиям безопасности движения [6].

В условиях плохой видимости напольных светофоров это может приводить к транспортным происшествиям. В таких случаях уровень риска можно вычислять по формуле

$$R = f_{om} \cdot f_{oc} \cdot c_{om}, \quad R = p_{om} \cdot p_{oc} \cdot c_{om}, \quad (6)$$

где f_{om}, p_{om} – соответственно частота и вероятность опасной трансформации кода АЛС;

f_{oc}, p_{oc} – соответственно частота и вероятность возникновения опасной поездной ситуации за время до восстановления нормальной работы системы АЛС;

c_{om} – последствия опасной трансформации кода АЛС.

Количественная оценка риска в системах ИРДП требует достоверных статистических данных для вычисления вероятности или частоты событий, влияющих на величину риска.

Уменьшение риска при возникновении опасных, защитных или перемежающихся отказов в этих системах возможно за счет повышения их безотказности, отказоустойчивости, помехоустойчивости и помехозащищенности.

Уменьшение количества сбоев и отказов может быть обеспечено использованием одного из эффективных путей – парированием возмущающих воздействий на работу систем, что требует тщательного изучения физических процессов возникновения возмущений [7]. Надежность может повышаться за счет использования более безотказных элементной базы или устройств, а также за счет повышения качества технической эксплуатации.

Список литературы

1. Лисенков В.М. Безопасность технических средств в системах управления движением поездов: учеб. для вузов. М.: Транспорт. 1992. 192 с.
2. ГОСТ Р 54505-2011. Безопасность функциональная. Управление рисками на железнодорожном транспорте. М.: Стандартинформ. 2012. 48 с.
3. Методические рекомендации по построению матрицы рисков. Утверждены распоряжением ОАО «РЖД» от 22.09. 2016 г. № 1946р. 72 с
4. Сапожников В.В., Сапожников В.В., Шаманов В.И. Надежность систем железнодорожной автоматики, телемеханики и связи: учеб. пособие для вузов. М.: Изд-во «Маршрут». 2003. 240 с.
5. Шишмарев В.Ю. Диагностика и надежность автоматизированных систем: Учебник для вузов. М.: Издательский центр «Академия». 2013. 352 с.
6. Шаманов В.И. Электромагнитная совместимость систем железнодорожной автоматики и телемеханики: учеб. пособие для вузов. М.: Изд-во «УМЦ по образованию на ж.-д. транспорте». 2013. 244 с.
7. Shamanov V.I. The Magnetic Properties of Rail Lines and Level of Interferences for the Apparatus of Automatic Control and Telemechanics / Russian Electrical Engineering, 2015. Vol. 86. No. 9. P. 548–553.

УДК: 656.1

ОПЫТ РАЗРАБОТКИ КООПЕРАТИВНЫХ И АВТОНОМНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Жанказиев Султан Владимирович – доктор технических наук, профессор, проректор по научной работе, заведующий кафедрой организации и безопасности движения

Забудский Алексей Юрьевич – инженер кафедры организации и безопасности движения

Морозов Дмитрий Юрьевич – инженер кафедры организации и безопасности движения

ФГБОУ ВО Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)

Аннотация. Рассмотрены мировые тенденции в развитии интеллектуальных транспортных систем, а именно – автономных транспортных систем. Рассмотрены перспективы развития данного направления в России. Также приведен опыт МАДИ в области исследования психофизиологических особенностей участников дорожного движения и разработке концепции развития автономного транспорта в России.

Ключевые слова: автономные транспортные системы, тенденции развития автономного транспорта, интеллектуальные транспортные системы, психофизиология водителей.

EXPERIENCE IN THE DEVELOPMENT OF COOPERATIVE AND AUTONOMOUS TRANSPORT SYSTEMS IN THE RUSSIAN FEDERATION

Zhankaziev Sultan V. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head dep. organization and traffic safety

Zabudsky Alexey Y. – engineer, dep. organization and traffic safety

Morozov Dmitry Y. – engineer, dep. organization and traffic safety

MADI

Abstract. Examines the world trends in the development of intelligent transport systems, namely Autonomous transport systems. The prospects for the development of this direction in Russia. Also the experience of MADI in the field of research of psychophysiological features of road users and the development of the concept of Autonomous vehicles in Russia.

Keywords: autonomous transportation system, trends in the development of Autonomous vehicle, intelligent transport systems, psychophysiology of drivers.

Введение

Отличительной особенностью внедрения современных элементов интеллектуальных транспортных систем (ИТС) является изменение статуса транспортной единицы от независимого, самостоятельного и в значительной степени непредсказуемого субъекта дорожного движения, в сторону «активного», предсказуемого субъекта транспортно-информационного пространства. В последнее время особое внимание уделяется таким транспортным темам как автономное транспортное средство и кооперативные ИТС. Внедрение данных технологий позволит поднять на качественно новый уровень безопасность и организацию дорожного движения, практически или даже полностью исключив влияние человеческого фактора.

Кооперативные ИТС

В направлении создания кооперативных систем работают как теоретики, так и практики автоматизированных систем. Именно это направление развития техники управления движением транспорта, обеспечения его безопасности, оптимизации транспортных потоков, обеспечения множества сервисов для водителей и владельцев транспорта становится перспективным, определяющим дальнейшие пути развития систем управления транспортом.

Принцип работы кооперативных ИТС состоит в том, что каждая функция управления или обеспечения безопасности реализуется за счет включения в процесс обработки и принятия решения множества объектов и вычислительных устройств, которые распределены по территории, на которой выполняется движение каждого конкретного автомобиля. Для передачи или получения информации, например, о параметрах движения, пространственных координатах, техническом состоянии узлов транспортного средства (ТС) или иной информации используется радиоканал ближнего радиуса действия. Возможна передача информации от ТС к центральному узлу и получение от него управляющей информации (V2I – информационный обмен транспортного средства с инфраструктурой). Возможен обмен информацией между двумя ТС, например, для предупреждения об аварийной ситуации, при этом исключение центрального узла повышает надежность, достоверность и оперативность информирования (V2V). Число получателей и источников информации значительно возрастает, когда используются оба канала связи (V2X). В этом случае в процесс вычислений для принятия решения могут быть включены вычислительные мощности автомобилей, центральных узлов, объектов инфраструктуры (например, контроллер светофорного объекта).

В качестве идентификатора каждого транспортного средства может быть использована радиометка. Это позволит вести расчет транспортных потоков и их прогнозирование распределенными средствами и учитывать при этом каждое отдельное транспортное средство. В настоящее время средства реализации каналов V2X разрабатываются ведущими компаниями мира.

Текущее состояние управления дорожным движением представляет собой достаточно развитую инфраструктуру автоматизированной системы управления дорожным движением (АСУДД). Принятие управленческих решений осуществляется в Центре организации дорожного движения (автономное функционирование не предусмотрено). Частично оперативное управление дорожным движением осуществляется с помощью систем активной помощи водителю в автомобиле (например, ADAS, city-safety). Для данного уровня характерно однонаправленное управление.

При внедрении технологий кооперативных ИТС происходит разделение функций управления дорожным движением. Оперативное управление движением частично переносится на уровень межбортового взаимодействия ТС (V2V), что возможно при наличии систем активной помощи водителю и навигационных систем на каждом ТС. Дорожная инфраструктура представлена разного рода автоматическими системами. В свою очередь, ЦОДД становится своего рода базой данных, в которой происходит сбор и обработка информации, поступающей от ТС и дорожной инфраструктуры и последующая её передача на ТС. Также стоит отметить появление различных мобильных сервисов, которые способны выступать посредниками в рамках межбортового взаимодействия ТС аналогично ЦОДД, но в несколько меньших масштабах.

Автономные транспортные средства (АТС)

Закономерным итогом развития ИТС предполагается появление автономных транспортных систем. При этом количество дорожной инфраструктуры сводится к минимуму и представлены лишь АСУДД. ЦОДД при этом осуществляет контроль

корректного функционирования данных систем и оставляет за собой право осуществления управления дорожным движением в нештатных ситуациях (например, ЧС).

Основная роль в УДД отведена системам межбортового взаимодействия (непосредственного, или осуществляемого через дорожную инфраструктуру или специальные мобильные сервисы) и машинного зрения.

Европейский опыт

В настоящее время европейскими учеными рассматриваются два возможных пути развития автоматизации дорожного движения. Первое из них рассматривает развитие через системы автоматизации движения ТС на автомобильных магистралях – развитие систем, функционирующих независимо друг от друга, предусматривающие дальнейшее объединение данных систем в единое целое – автономное ТС. Второй же путь развития автономных ТС предусматривает развитие различных систем, помогающих водителю при движении в границах населенных пунктов, например, автоматическая система парковки ТС, автоматическое управление ТС в условиях транспортных заторов и др. При этом первый путь развития является приоритетным, т.к. развитие соответствующих систем несколько проще, а полученные при этом результаты и накопленный опыт позволит более быстрыми темпами достичь желаемых результатов.

На основе уже существующих результатов исследований и темпов развития рассматриваемых технологий прогнозируемый период времени, когда будет создан первый прототип полностью автономного ТС, который сможет полноценно принимать участие в дорожном движении наравне с другими УДД равен периоду 2025-2030гг, а уже полное автономное дорожное движение будет реализовано примерно к 2050 году.

Отечественный опыт

На базе научной школы МАДИ разработана схема комплексного подхода к разработке и внедрению различных подсистем, объединение которых позволит получить транспортное средство, способное быть, своего рода, самостоятельным участником дорожного движения. На первом уровне осуществляется разработка отдельных автоматизированных систем помощи водителю и систем управления отдельными узлами ТС. На втором уровне происходит объединение систем первого уровня в более крупные и самостоятельные органы управления агрегатами ТС. Третий уровень – создание единого модуля управления всем ТС, объединяющий все узлы и агрегаты в единую систему (АТС). Последним же этапом на пути развития АТС является создание единой системы управления дорожным движением, определяющая действия (поведение) АТС в транспортном потоке.

В рамках разработки АТС применяется Комплекс психофизиологического мониторинга – МАДИ 1.

Исследовательский комплекс позволяет формировать алгоритмы принятия решений электроникой с учетом психофизиологических особенностей участника дорожного движения (УДД). Например, каким именно способом информировать УДД о необходимых действиях при тех или иных условиях, или же вовсе взять управление ТС на себя (при частичной реализации технологии автономного ТС). Отдельно следует отметить, что данный комплекс позволит разработать логику управления АТС при смешанных режимах движения (одновременное движение в едином транспортном потоке как АТС, так и ТС с ручным управлением).

Анализ психофизиологических особенностей УДД основан на показаниях специального прибора, фиксирующего различные изменения состояния УДД (мыслительная активность, усталость, всплески эмоций и прочее).

Кроме того, указанный прибор также фиксирует область сосредоточения внимания УДД (трекинг), и количество внимания, которое он уделяет тому или иному объекту. Это также расширяет возможности анализа психофизиологии УДД, так как позволяет

установить причины той или иной реакции водителя ТС на окружающую обстановку, в том числе и на появление АТС в транспортном потоке.

Также на базе научной школы МАДИ были разработаны собственные прототипы, автоматизированные ТС.

Первым прототипом является автоматизированный автомобиль на базе а/м «Газель», который способен передвигаться без помощи водителя по привязке через глобальную навигационную спутниковую систему.

Вторым прототипом является автоматизированный автомобиль на базе а/м «Chevrolet Cruze». Этот автомобиль способен самостоятельно передвигаться уже с помощью машинного зрения, и ограничения по его передвижению, накладываемые записанными в программу движения геолокационными точками, отсутствуют.

Следующим этапом является разработка автономного транспортного средства для реализации кооперативного автономного движения в смешанном с точки зрения автономии транспортном потоке. Данная разработка ведется в МАДИ на базе автомобилей «Ford Focus».

Несмотря на имеющиеся достижения в области автономных транспортных средств, все же остаются вопросы, решение которых необходимо для дальнейшего успешного развития:

- создание интеллектуальных систем управления движением;
- совершенствование систем технического зрения;
- правовые аспекты эксплуатации автономных автомобилей;
- интеграция в интеллектуальную транспортную среду;
- взаимодействие с дорожной инфраструктурой и службами;
- вопросы стандартизации, в т.ч. стандарты связи (DSRC, ITS-G5, ...);
- психофизиология взаимодействия человека с системой автономного вождения (проблема процесса передачи управления и другие);
- вопросы кибернетической безопасности.

Необходимо очередной раз отметить, что для успешного развития и практического применения ИТС, в том числе кооперативных ИТС и автономных транспортных средств, необходима законодательная база, а также ряд государственных стандартов. Отсутствие государственного регулирования развития инфраструктуры для ИТС и автономных транспортных средств может привести к использованию зарубежных технологий, которые не оптимизированы для РФ и, что самое главное, не учитывают психофизиологическую специфику российских участников дорожного движения. Использование подобных неадаптированных технологий может уже на начальном этапе не получить достаточного доверия пользователей, что, безусловно, приведет к определенному замедлению развития и внедрения ИТС. Отсутствие государственного регулирования способствует ориентированию сервисов ИТС на оказание платных услуг, что грозит отсутствием инфраструктуры там, где это невыгодно бизнесу. Применение средств радиосвязи и радиометок также должно быть урегулировано на государственном уровне, так как в противном случае довольно высоки риски низкой надежности и недостаточной информационной безопасности вследствие использования общественных коммуникационных сетей. Но одним из главных факторов успешного практического применения и развития как кооперативных ИТС, так и автономных транспортных средств по-прежнему является готовность общества к появлению и использованию новых технологий на дорогах.

Список литературы

1. Жанказиев С.В., Тур А.А., Халилев Р.Ф. Интеллектуальные дороги – современный взгляд // Наука и техника в дорожной отрасли. 2010. № 2. С. 1-7.
2. Жанказиев С.В. Интеллектуальные транспортные системы: учеб. пособие. М.:МАДИ. 2016. 120 с.

3. Власов, В.М. Информационные технологии на автомобильном транспорте/ В.М. Власов [и д.р.]; под общ. ред. В.М. Приходько. МАДИ (Гос. техн. ун-т). – М.: Наука. 2006. 283 с.
4. Приходько В.М. Интеллектуальные транспортные системы в автомобильно-дорожном комплексе / В.М. Приходько [и д.р.] под общ. ред. В.М. Приходько; МАДИ (Гос. техн. ун-т). – М.: ООО «МЭЙЛЕР». 2011. 487 с.
5. Воробьев А.И., Субботин А.И. Анализ методологической основы построения подсистем косвенного и директивного управления транспортными потоками // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). 2012. № 4. С. 49-53.
6. Жанказиев С.В., Медведев В.Е., Соломатин А.В., Варламов О.О., Ивахненко А.М. Решение задачи регулирования дорожного движения на основе автоматизированной системы управления // В мире научных открытий. 2012. № 2. С. 124.
7. Пржибыл П., Воробьева Т.В. Комплексность транспортных телематических систем // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). 2011. № 3. С. 70-74.
8. Воробьев А.И., Шадрин А.В., Власенко Г.В. Концепция интеграции подсистем директивного и косвенного управления транспортными потоками // В мире научных открытий. 2012. № 12 (36). С. 149-156.
9. Шадрин С.С., Иванов А.М., Возможности использования бортовых сетей передачи данных автомобильных транспортных средств в задачах интеллектуальных транспортных систем // Автотранспортное предприятие. 2014. № 5.
10. Приходько В.М., Жанказиев С.В. На пути к автономным транспортным средствам. Научные школы МАДИ. – М.: Издательство "ПЕРО". 2016. 152 с.

УДК 625.1:004.94

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Кокурин Иосиф Михайлович – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории проблем организации транспортных систем ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко РАН

Аннотация. Пропускная способность железных дорог является важнейшей характеристикой, определяющей возможность выполнения планируемых объемов перевозок. Сложная зависимость пропускной способности от многочисленных факторов обуславливает применение различных по точности методов ее оценки. Целью доклада является сравнительный анализ этих методов: аналитического, графо-аналитического, статистического моделирования, массового обслуживания и имитационного моделирования технологических процессов перевозок.

Ключевые слова: пропускная способность, железные дороги, методы оценки и повышения точности.

METHODS FOR RAILROAD CAPACITY ASSESSMENT

Kokurin Joseph M. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Main Research officer of the transport systems organization laboratory associate, Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences

Abstract. Railroad capacity is the most important characteristic determining the ability to guarantee the needed volumes of transportations. The complicate influence of numerous factors on railroad capacity is the reason why the different methods used for capacity evaluation. The goal of this report is the comparative analysis for these methods: analytic, graph-analytic, statistical modeling, mass service, emulation modeling for the technological processes of transportations.

Keywords: railroad capacity, railways estimation and exactness rising methods.

Аналитический метод, основанный на расчетных формулах, используется при оценке пропускной способности по инструкции [1]. Например, наличная пропускная способность двухпутного перегона определяется отдельно по каждому пути при одностороннем и безостановочном проследовании поездов по промежуточным раздельным пунктам. При автоматической блокировке и диспетчерской централизации она рассчитывается по формуле:

$$N_{\text{нал}} = \frac{(1440 - t_{\text{тех}})}{J_{\text{р}}} \alpha_{\text{н}},$$

где $t_{\text{тех}}$ - суточный бюджет времени, выделяемый для плановых ремонтов, мин; $\alpha_{\text{н}}$ - коэффициент, учитывающий надежность технических средств; $J_{\text{р}}$ - расчетный межпоездной интервал между парой расчетных поездов попутного направления. В соответствии с [2], этот интервал определяется трудоемкими тяговыми расчетами, выполняемыми при разграничении двух попутно следующих в пакете поездов расчетной пары тремя смежными блок-участками с ездой под зеленый на зеленый или двумя смежными блок-участками с ездой под зеленый на желтый огни проходных светофоров. При этом предполагается, что оба поезда движутся в соответствии с одинаковой кривой скорости.

Как установлено в [3], реальная скорость каждого поезда изменяется в пределах от 0,2 до 1,2 расчетного значения. Среди причин этого указываются: преждевременное торможение машинистами при снижениях скорости, расположение поездов на элементах пути с различным сопротивлением движению, что приводит к несинхронности движения и отклонениям от расчетного межпоездного интервала.

Для исключения движения второго поезда расчетной пары на желтый огонь необходимо, чтобы при вышеуказанных расстояниях между этими поездами, первый поезд освобождал очередной блок-участок не позднее вступления на свой очередной блок-участок второго поезда. Для этого требуется, чтобы оба расчетных поезда проходили за одинаковое время свои очередные блок-участки разной длины, расположенные на различных элементах профиля и плана, в условиях неодинаковых ограничений скоростей.

Эти условия необходимо проверять в процессе тяговых расчетов, автоматически увеличивая межпоездные и станционные интервалы до значений, исключающих движение второго поезда расчетной пары на желтые огни локомотивного и напольных светофоров.

При расчетах станционных интервалов используется упрощенная методика определения протяженностей маршрутов и длительностей занятия конфликтных маршрутов при их посекционном размыкании. Кроме того, необходимо учитывать дополнительные требования: поэтапное снижение скорости приближения поездов к выходным (маршрутным) светофорам с красным огнем, замедление на 15-25 с. размыкания последних стрелочных секций в маршрутах приема и соседних негабаритных стрелочных секций, а также увеличение замедления автовозврата стрелок до 60 с.

Определяя станционные интервалы, надо учитывать множество факторов, включая взаимные задержки при обгонах, скрещении и конфликтных маршрутах всех категорий поездов, обращающихся на рассматриваемом участке.

При этом должны исключаться задержки поездов, движущихся с различными скоростями на перегонах и остановки на станциях поездов, которые необходимо пропускать без остановок.

Пропускная способность перегонов, определяемая в одинаковых расчетных поездах, в условиях их приема на станции без задержек, сравнивается с пропускной способностью станций, оцениваемой максимально допустимым коэффициентом загрузки путей и расчетных элементов горловин. Такая методика не позволяет определять моменты времени прибытия поездов на станции и длительности их приема и обслуживания.

В соответствии с [1] для каждой станции на основе статистических или приближенных данных рассчитывается суммарная за сутки длительность занятия путей и элементов горловин пассажирскими поездами разных категорий, расчетными грузовыми поездами и маневровыми передвижениями. Для реконструируемых и строящихся станций статистические данные о длительностях занятия элементов путевого развития не получить и необходимо использовать тяговые расчеты с приближенными данными о длинах маршрутов для поездных передвижений и усредненные нормативы для маневровых.

Коэффициент загрузки определяется как отношение суммарной загрузки каждого рассматриваемого станционного пути или элемента горловины к суточному бюджету времени.

Количество расчетных поездов, полученное за сутки, уменьшается с помощью коэффициентов съема, учитывающих приоритеты пропуска поездов более высоких категорий. Коэффициенты съема рассчитываются по формулам, созданным на основе математической обработки статистических данных, полученных с графиков движения поездов различных категорий, при разных условиях их пропуска по рассматриваемым железнодорожным линиям.

Практически в разное время суток, в промежутках между пассажирскими, к станции приближаются с разными интервалами грузовые поезда различных категорий, которые могут проходить по конфликтным маршрутам, различаются технологиями обслуживания и попадают в различные условия их приема и обработки.

Трудоемкий графо-аналитический метод, основанный на построении графиков движения поездов всех категорий и суточных планов-графиков работы станций, позволяет определять моменты времени и длительности занятия перегонных и станционных путей и максимальное количество грузовых поездов с различными временными параметрами движения, массой, длиной и нормативными или статистически определяемыми длительностями стоянок, которое возможно пропустить по расчетному участку за сутки.

При этом возможна ситуация, когда потребная пропускная способность может быть достигнута только при движении большинства поездов всех категорий по графику. Вероятность выполнения этого требования возможно оценить способом построения и анализа статистически достаточного количества графиков движения максимального количества поездов, методом имитационного моделирования [4].

Методы прогнозирования возможности обеспечения потребной пропускной способности, основанные на статистических данных, допустимо использовать только в очень редких случаях, когда с высокой вероятностью гарантируется сохранение в будущем условий, при которых собирались эти статистические данные.

Модели массового обслуживания рассматривают перегон, станцию и расчетный участок как «черный ящик» со статистическими данными о длительностях обслуживания и задаваемой интенсивностью поступления «заявок на обслуживание». Поэтому в результате моделирования получают статистические оценки математических ожиданий длительностей обслуживания и их дисперсий. При этом не определить моменты времени приближения каждого поезда к станциям участка, что необходимо для учета условий на станциях, влияющих на моменты времени приема поезда и длительность его обслуживания.

Рассмотренные методы не учитывают в должном объеме влияние на пропускную способность увеличения межпоездных и станционных интервалов для исключения движения поездов на желтые огни светофоров, а также не определяют параметры продолжительных

«окон», которые потребуется предоставлять в течение длительного периода планирования категорий, объемов и номенклатуры перевозок.

Поэтому для оценки реально достижимой наличной пропускной и провозной способностей на длительный период планирования перевозок используется комплекс методов имитационного моделирования технологических процессов железнодорожных перевозок [5-7], разработанный и развиваемый содружеством ученых академической (ИПТ РАН), отраслевой (ИЭРТ) и вузовской (ПГУПС) науки.

Комплекс методов с помощью тяговых расчетов обеспечивает учет следующих факторов: расположение на линии станций с различным количеством и полезной длиной путей; расположение станций, на которых не допускается остановка тяжеловесных поездов по условиям трогания с места; расположение мест, план и профиль которых обуславливает необходимость двойной тяги или подталкивания поездов; различия параметров движения всех поездов, обращающихся на рассматриваемом участке, обуславливающие изменения межпоездных и станционных интервалов; станционные интервалы, возникающие при обгонах и скрещении не только расчетных, а реальных поездов с учетом приоритетов пропуска; особенности систем железнодорожной автоматики и телемеханики; потребность в предоставлении «окон» (место расположения, дата, время начала и окончания) в годы периода прогнозирования объемов перевозок и автоматический их учет в расчетах; ситуации на станциях в момент подхода к ним каждого поезда, определяющие условия и моменты времени его приема и длительности обслуживания; род и масса груза, перевозимого каждым поездом, что определяет реальную провозную способность и контролирует выполнение перевозки всей заданной номенклатуры грузов.

В процессе имитационного моделирования движения поездов в режиме случайного выбора [7] времени отправления очередного поезда, движение на желтые огни светофоров исключает алгоритм программного комплекса, который при нарушении указанного условия автоматически увеличивает межпоездные и станционные интервалы. При этом станции скрещения и обгона выбираются, сокращая длительности стоянок, исключая излишние остановки и ненужные снижения скоростей поездов.

Величина наличной пропускной способности зависит от множества случайных факторов, включая очередность пропуска грузовых поездов с различными параметрами движения. При анализе статистических данных и результатов имитационного моделирования установлено, что величина наличной пропускной способности, получаемая в разные сутки, подчиняется нормальному закону распределения. Поэтому вероятность ее обеспечения, которая превышает потребную, необходимую для перевозки всех прогнозируемых объемов заданной номенклатуры грузов, определяется [8] выражением:

$$P(N_{\Pi} < N_{HM}) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \int_{N_{\Pi}}^{+\infty} \exp\left(-\frac{(x - N_{HM})^2}{2\sigma^2}\right) dx = 1 - \Phi\left(\frac{N_{\Pi} - N_{HM}}{\sigma}\right),$$

где N_{Π} - потребная пропускная способность моделируемого направления движения по расчетному участку;

N_{HM} - оценка математического ожидания наличной пропускной способности моделируемого направления движения по расчетному участку;

σ - среднее квадратическое отклонение величины наличной пропускной способности;

Φ - табличная функция нормального распределения.

Быстродействие и емкость памяти используемой вычислительной техники определяют технологию и объемы расчетов при оценке пропускной способности расчетного участка методом моделирования технологических процессов перевозок. При этом в убывающем порядке могут стать возможными следующие режимы расчетов:

1) выполнение тяговых расчетов в процессе имитации движения каждого поезда по расчетному участку, используя взаимосвязанные путевые планы перегонов и схематические планы всех станций, в течение каждых суток, каждого года планирования перевозок;

2) предварительное выполнение и использование результатов тяговых расчетов, используя путевые планы перегонов, схематические планы промежуточных и сокращенные схематические планы технических станций, для каждой категории поездов в том же или меньшем объеме за каждый год планирования перевозок;

3) определение межпоездных и станционных интервалов для расчетной пары поездов на всем расчетном участке, и использование их для расчета потребной пропускной способности по инструкции [1].

Использование метода имитационного моделирования технологических процессов железнодорожных перевозок открывает возможности:

1. Оценивать пропускную способность железнодорожных дорог не в одинаковых расчетных, а в реальных грузовых, пассажирских и пригородных поездах с различными параметрами движения без использования коэффициентов съема.

2. Определять наличную пропускную способность в зависимости от доли грузовых поездов с различной длиной и массой, а также соединенных поездов, от общего их количества за сутки, которое определяет потребную пропускную способность.

3. Рассчитывать провозную способность на основе получаемой в процессе моделирования информации о роде и массе груза, перевозимого каждым поездом за сутки.

4. Учитывать снижение пропускной способности, обусловленное предоставлением «окон», расположение и длительность которых определяются комплексом моделирования, учитывая предстоящие объемы перевозок всех категорий, нормативные сроки выполнения всех видов ремонтов инфраструктуры, последние виды ремонтов, выполненные к моменту начала периода планирования перевозок, и производительность всех видов ремонтных работ.

5. Оценивать вероятность превышения наличной пропускной способностью потребную пропускную способность во все сутки месяцев рассматриваемого года планирования перевозок, учитывая период выполнения ремонтных работ с предоставлением длительных «окон» и количество поездов, пропускаемых по параллельным линиям.

6. Оценивать эффективность мер по организации движения и реконструкции инфраструктуры (параллельный график движения поездов, непарность и неравномерность движения, оптимальная пакетность и т.д.).

7. Обосновывать варианты организации тягового обслуживания.

8. Выбирать места расположения станций стыкования тягового тока.

9. Оценивать эффективность увеличения числа главных и удлинения станционных путей.

Заключение

Наибольшая достоверность оценки потребной пропускной и провозной способности железных дорог достигается на основе использования метода имитационного моделирования технологических процессов перевозок. Метод обеспечивает: имитацию продвижения каждого поезда по перегонам и станциям всех типов, в условиях отсутствия ненужных снижений скоростей; определяет моменты времени прибытия и отправления поездов по всем станциям расчетного участка, с учетом предоставления «окон», параметры которых рассчитываются на каждые сутки года планирования всех видов и объемов перевозок.

Список литературы

1. Инструкция по расчету наличной пропускной способности железных дорог, утверждена распоряжением ОАО «РЖД» от 16.11.2010. № 128. 305 с.

2. Инструкция по определению станционных и межпоездных интервалов, утверждена Вице-президентом ОАО «РЖД» А.А. Краснощekom 30.12. 2011. № 2864р. 213 с.

3. Левин Д.Ю. Расчет пропускной способности участка / Д.Ю. Левин // Железнодорожный транспорт. 2008. № 7. С. 18-22.
4. Александров А.Э. Использование имитационной системы Истра для моделирования графика движения поездов / А.Э. Александров, А.В. Шипулин // Транспорт Урала. 2011. № 4. С. 67-71.
5. Кокурин И.М. Оценка технико-экономической эффективности вариантов реконструкции железнодорожной сети на основе имитационного моделирования // Кокурин И.М., Миняев С.Е. // Транспорт. Наука, техника, управление. 2004. № 6. С. 20-26.
6. Кокурин И.М. Стратегическая оценка пропускной способности же-лезнодорожных направлений в условиях реконструкции и ремонтов инфра-структуры: монография / Пехтерев Ф.С., Кокурин И.М. и др. – СПб: Внешвузцентр. 2011. 65 с.
7. Кокурин И.М. Оценка пропускной способности железнодорожных линий на основе имитационного моделирования процессов перевозок // Кокурин И.М., Кудрявцев В.А. // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2012. Вып. 2 (31). С. 18-22.
8. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. М., Физматгиз. 1964. 576 с.

УДК 656.22

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВАРИАНТОВ ПРОПУСКА ТРАНЗИТНЫХ ПОЕЗДОПОТОКОВ

Грошев Геннадий Максимович – доктор технических наук, профессор

Аланин Владимир Владимирович – аспирант

*ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I*

Аннотация. Показан метод выбора варианта пропуска поездопотоков. В обход основного маршрута для обеспечения погрузки, завоза груза в порты и сдачи поездов по междорожному стыку в период предоставления окон и невозможности пропуска поездопотока на основном направлении.

Ключевые слова: поездопотоки, стыковые пункты, эксплуатационная работа, твердый график.

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF THE WAYS TO LET THE TRAIN TRAFFIC PASS AROUND THE MAIN ROUTE

Groshev Gennady M. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University

Alanine Vladimir V. – graduate student, RZD Oktyabrskaya Railway

Abstract. Discloses a method for selecting options skip poezdopotokov. In bypassing the main route for loading, delivery of cargo in ports and passing trains on the junction between mezhdorozhnomu of the windows and the inability to pass on the main poezdopotoka direction.

Keywords: train traffic, abutting points, maintenance work, solid schedule.

В многолетней практике диспетчерского регулирования на этапе взаимодействия и согласования оперативным порядком применяются различные методы и приемы для возможности ускорения продвижения вагонов и доставки грузов. В результате структурной реформы в сфере управления перевозками на железных дорогах произошли и происходят принципиальные изменения, которые оказывают серьезное влияние на диспетчерское регу-

лирование эксплуатационной работы, где главными задачами по-прежнему остаются полное удовлетворение потребностей народного хозяйства и населения в перевозках, выполнение планов перевозок грузов и пассажиров, обеспечение сохранности перевозимых грузов и своевременной доставки их в пункты назначения.

На территории Октябрьской железной дороге расположены восемь пограничных переходов, из них четыре – на границе с Финляндией, и по два – с Эстонией и Латвией. Линия Выборг – Санкт-Петербург – Москва является звеном девятого "Критского" международного транспортного коридора.

Объемы перевозок внешнеторговых грузов железнодорожным транспортом России в рамках международного транспортного коридора "Север – Юг" в 2014 году составили 7,2 млн. т, которые по сравнению с 2013 годом увеличившись на 3%.

Ввиду увеличения объемов перевозок диспетчерские коллективы сталкиваются с невозможностью пропуска поездопотока, где основной причиной является не только отсутствие путей приема на подходах к станциям/портам, необходимой пропускной способности участка/линии, неблагоприятным профилем на всем пути следования, необходимой полезной длины путей для возможности скрещения и обгонов поездов, имеющих сыпучесть груза или ее остаточность, а развитое скоростное сообщение электропоездов "Аллегро" и "Ласточка" на линии Санкт-Петербург – Бусловская – Госграница. Тем самым возрастает потребность в поиске новых решений диспетчерских коллективах.

Пропускная способность данного направления используется интенсивно. Одной из отличительных ее особенностей являются курсирующие электропоезда скоростного сообщения "Аллегро" и "Ласточка". При росте поездопотока появляется целый ряд затруднений на подходах к портам Выборг и Высоцк, сдачей по стыку станции Бусловская, Иматра, обеспечение порожних вагонов на станции Каменногорск, Пруды, Боровинка, а именно:

- длина пути не соответствует длине составов (*маршрутов в направлении Высоцк, Выборг*);
- сыпучесть груза как в порожнем так и в груженном состоянии (*в направлении станций Каменногорск, Иматра/Светогорск, Боровинка, Пруды и т.д.*);
- ограничение весовой категории поездов (*в направлении станции Бусловская*).

Отсюда и показатели дороги, а именно: погрузка/выгрузка; развоз местного груза; участковая/техническая скорость; график грузовых поездов по проследованию; нормализация работы локомотивов и локомотивных бригад (табл. 1, 2). Особенно такая острая необходимость появляется в период предоставления «окон» как большой, так и малой продолжительности для ремонта и модернизации инфраструктуры.

Таблица 1 – Показатели работы 3-го региона за декабрь 2015 г.

	Дорога план/выпол.	Рег-1 план/выпол.	Рег-2 план/выпол.	Рег-3 план/выпол.	Рег-6 план/выпол.
Задание ОАО РЖД	36.6	33.9	33.2	35.1	40.6
Участковая скорость	34.0/33.12	31.5/31.22	30.8/30.57	32.6/29.41	37.7/35.55
Техн. скорость	44.4/43.57	45.3/44.76	40.1/40.04	42.5/41.37	47.5/45.75
Вес поезда	3585/3592	3117/3135	3342/3371	3343/3346	3967/3955
Производительность лок-ва	1649/1618	1460/1448	1329/1349	1247/1172	2328/2200
Пробег лок-ва	526/506	542/522	445/442	436/404	644/596
Оборот общий	6.71/6.81	2.97/2.64	3.11/3.33	2.86/2.83	1.91/2.04
Погрузка (тыс. тон)	263.00/264.35	7.80/7.42	19.50/17.10	85.0/84.88	19.00/18.24
Выгрузка	8290/8363	525/482	4576/4717	1501/1560	309/279

Таблица 2 – Показатели работы 3-го региона за июль 2016 г.

	Дорога план/выпол.	Пер-1 план/выпол.	Пер-2 план/выпол.	Пер-3 план/выпол.	Пер-6 план/выпол.
Задание ОАО РЖД	38.7	38.2	36.9	35.6	43.5
Участковая скорость	33.9/32.57	33.5/30.93	32.3/31.49	31.2/28.49	38.1/36.44
Техн. скорость	44.5/44.74	45.8/45.42	41.5/41.6	42.6/42.01	46.9/47.61
Вес поезда	3645/3684	3119/3250	3390/3444	3409/3457	4101/4094
Производительность лок-ва	1700/1718	1460/1453	1460/1501	1285/1284	2475/2451
Пробег лок-ва	516/523	544/525	475/489	442/426	620/643
Оборот общий	6.50/6.64	2.40/2.31	3.36/3.51	2.70/2.76	1.67/1.86
Погрузка (тыс. тон)	292.0/300.37	7.40/7.54	21.00/21.85	87.5/92.03	22.50/22.13
Выгрузка	8335/8318	443/356	4600/4742	1528/1442	292/310

Ввиду невозможности пропуска поездопотока на основном направлении предлагается часть поездов в направлении станции Каменногорск, Иматра/Светогорск, Пруды и Боровинка отклонять на обходной путь в направлении станции Кузнечное.

На рис. 1 представлен граф, описывающий участки Октябрьской железной дороги, которые потенциально могут использоваться для обхода основного маршрута через станции Кузнечное-Хийтола-Каменногорск/Иматра/Светогорск.

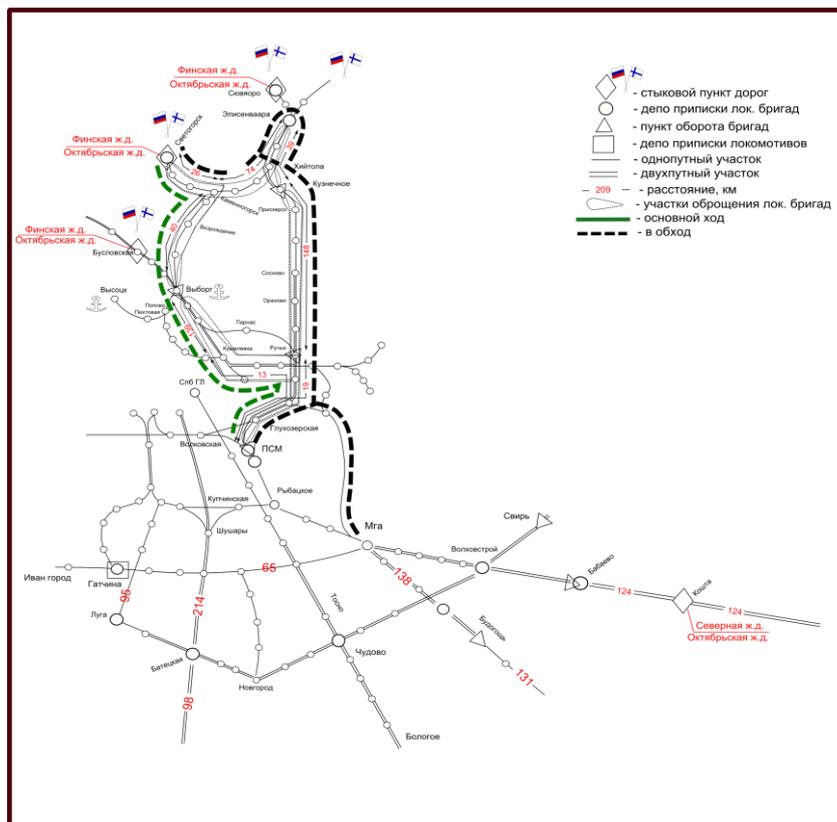


Рисунок 1 – Граф расчетного железнодорожного полигона

На практике полигона Октябрьской железной дороги предлагается использовать обходной маршрут, а именно:

1. Мга – Ручьи – Кузнечное – Хиитола – Иматра (Каменногорск, Боровинка, Пруды и т.д.);
2. Санкт-Петербург-Сортировочный Московский – Ручьи – Кузнечное – Хиитола – Иматра (Каменногорск, Боровинка, Пруды и т.д.);

Для организации использования этих вариантов достаточно взаимодействие диспетчерских коллективов ДЦУП Октябрьской железной дороги, где решение данной регулировки принимается на этапе согласования приема и возможности пропуска поездов.

Маршруты следования характеризуются следующими показателями, которые напрямую зависят от сложившейся эксплуатационной обстановки на участке, а именно:

- наличие резервов пропускной способности участков с учетом предоставляемых «окон»;
- фактическая участковая скорость движения грузовых поездов;
- фактические простои транзитных вагонов без переработки на технических (сортировочных и участковых) станциях;
- наличие необходимых свободных тяговых ресурсов на полигонах.

Очевидно, что альтернативные варианты пропуска грузовых поездов по участкам железных дорог, могут различаться так же по ряду существенных характеристик. Часть из них является статическими и не зависят от эксплуатационной обстановки на линиях:

- суммарная протяженность маршрута;
- род тяги, род тока при электровозной тяге;
- тяговые плечи и число станций смены локомотивов и локомотивных бригад на маршруте;
- гарантийные плечи и связанное с ними число станций технического обслуживания вагонов на маршруте;
- средства ЖАТ на участках.

Основные характеристики рассматриваемых вариантов направлений продвижения поездопотока представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Основные статические характеристики маршрутов продвижения поездопотоков

№ п/п	Вариант обхода круглым способом	Расстояние, км	Расстояние, проходимое на электровозной тяге, км / %	Расстояние, проходимое на тепловозной тяге, км / %	Длина двухпутных участков, км / %	Длина однопутных участков, км / %	Доля участков, оборудованных автоблокировкой, %	Число станций обработки вагонов транзитных без переработки	Число станций смены локомотивов	Число станций смены локомотивов (электр.)	Число станций смены локомотивов (тепл.)	Число станций смены локомотивных бригад	Число станций смены локомотивных бригад (электр.)	Число станций смены локомотивных бригад (тепл.)
1	Спб Сорт. Московский – Кушелевка – Выборг- Светогорск	218	152/70%	66/30%	152/70%	66/30%	192/88%	2	1	-	1	1	-	1
2	Спб Сорт. Московский – Кушелевка – Выборг- Каменногорск	192	152/79%	40/21%	152/79%	40/21%	192/100%	1	1	-	1	1	-	1
3	Светогорск – Выборг – Кушелевка - Спб Сорт. Московский	218	152/70%	66/30%	152/70%	66/30%	192/88%	2	1	1	-	1	1	-
4	Каменногорск – Выборг – Кушелевка - Спб Сорт. Московский	192	152/79, %	40/21%	152/79%	40/21%	192/100%	1	1	1	-	1	1	-
5	Спб Сорт. Московский – Ручьи – Кузнечное – Элисенваара - Светогорск	306	167/55%	139/45%	86/28%	220/71%	167/55%	2	2	-	2	2	-	2
6	Спб Сорт. Московский – Ручьи – Кузнечное – Хийтола - Светогорск	267	167/63%	100/37%	86/32%	181/68%	196/73%	2	2	-	2	2	-	2
7	Светогорск – Элисенваара – Кузнечное – Ручьи - Спб Сорт. Московский	306	167/55%	139/45%	86/28%	220/72%	167/55%	2	2	1	1	2	1	1
8	Светогорск – Хийтола – Кузнечное – Ручьи - Спб Сорт. Московский	267	167/63%	100/37%	86/32%	181/68%	196/73%	2	2	1	1	2	1	1
9	Спб Сорт. Московский – Ручьи – Кузнечное – Хийтола - Каменногорск	241	167/69%	74/31%	86/36%	155/64%	196/81%	2	2	-	2	2	-	2
10	Каменногорск – Хийтола – Кузнечное – Ручьи - Спб Сорт. Московский	241	167/69%	74/31%	86/36%	155/64%	196/81%	2	2	1	1	2	1	1

Что бы рассмотреть рациональность возможности отклонения данного приема необходимо произвести расчет экономических показателей на всем участке следования (таблица 4), а именно:

Таблица 4 – Экономические показатели вариантов пропуска кружным способом

№ п/п	Вариант обхода кружным способом	Высококилометр пробег, тыс. руб	Высоко-км, тыс. руб	Локомотиво-километры (по тепловозной и электровозной тяге)	Локомотиво-километр электровозной тяге тыс. руб	Локомотиво-километр тепловозной тяге тыс. руб	Локомотиво-часы (по тепловозной и электровозной тяге)	Локомотиво-часы при электровозной тяге тыс. руб	Локомотиво-часы при тепловозной тяге тыс. руб	Киловатт-час (при тепловозной и электровозной тяге)	Бригадо-часы работы локомотивных бригад (по тепловозной и электровозной тяге тыс. руб)	Бригадо-часы работы локомотивных бригад (по тепловозной и электровозной тяге тыс. руб)	Топливо-километр грузо-высоко и локомотивов, тыс. руб и	Загрязненность (электровозной)	Загрязненность (электровозной)	Загрязненность
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	Спб Сорт. Московский – Кушелевка – Выборг-Светогорск	0.23	0.27	0.67	0.37	0.30	0.17	0.10	0.07	0.38	0.27	0.11	8.78	78.04	15.72	62.32
2	Спб Сорт. Московский – Кушелевка – Выборг-Каменогорск	0.20	0.24	0.55	0.37	0.18	0.13	0.10	0.03	0.34	0.27	0.07	7.72	53.49	15.72	37.77
3	Светогорск – Выборг – Кушелевка – Спб Сорт. Московский	0.23	0.27	0.67	0.37	0.30	0.17	0.10	0.07	0.38	0.30	0.08	8.78	78.04	15.72	62.32
4	Каменогорск – Выборг – Кушелевка – Спб Сорт. Московский	0.20	0.24	0.55	0.37	0.18	0.13	0.10	0.03	0.34	0.30	0.04	7.72	53.49	15.72	37.77
5	Спб Сорт. Московский – Ручьи – Кузнечное – Элисенваара – Светогорск	0.33	0.39	1.06	0.41	0.65	0.19	0.11	0.08	0.53	0.29	0.24	12.37	118.53	17.27	101.26
6	Спб Сорт. Московский – Ручьи – Кузнечное – Хийтала – Светогорск	0.28	0.34	0.87	0.41	0.46	0.18	0.11	0.07	0.47	0.29	0.18	10.78	111.7	17.27	94.43
7	Светогорск – Элисенваара – Кузнечное – Ручьи – Спб Сорт. Московский	0.33	0.39	1.06	0.41	0.65	0.19	0.11	0.08	0.54	0.33	0.21	12.37	118.53	17.27	101.26
8	Светогорск – Хийтала – Кузнечное – Ручьи – Спб Сорт. Московский	0.28	0.34	0.87	0.41	0.46	0.18	0.11	0.07	0.49	0.33	0.16	10.78	111.7	17.27	94.43
9	Спб Сорт. Московский – Ручьи – Кузнечное – Хийтала – Каменогорск	0.26	0.30	0.75	0.41	0.34	0.17	0.11	0.06	0.44	0.29	0.15	9.71	87.14	17.27	69.87
10	Каменогорск – Хийтала – Кузнечное – Ручьи – Спб Сорт. Московский	0.26	0.30	0.75	0.41	0.34	0.17	0.11	0.06	0.46	0.33	0.13	9.71	87.14	17.27	69.87

1. Время следования поездов по a -му участку работы локомотивных бригад, поездо-ч:

$$NT_{уч(a)} = \frac{L_{уч(a)}}{V_{уч(a)}},$$

где $L_{уч(a)}$ - длина a -го участка работы локомотивных бригад, км;

$V_{уч(a)}$ - участковая скорость движения грузовых поездов, км/ч.

2. Пробег вагонов поездов по a -му участку, ваг-км: $ns_a = m_m \cdot L_{уч(a)}$.

3. Вагоно-часы: $nt_a = m_m \cdot NT_{уч(a)}$.

4. Локомотиво-километры: $MS_a = NL_a + MS_{всп(a)}$, где NL_a - пробег локомотива во главе поезда по a -му участку, поездо-км; $MS_{всп(a)}$ - вспомогательный пробег локомотивов (при двойной тяге или подталкивании) по a -му участку, лок-км.

5. Локомотиво-часы: $MT_a = NT_a + Mt_{сб(a)} + Mt_{об(a)}$,

где NT_a - поездо-часы маршрута на a -м участке;

$Mt_{сб(a)}$ - затраты локомотиво-часов на станциях смены локомотивных бригад на a -м участке;

$Mt_{об(a)}$ - затраты локомотиво-часов на станциях оборота локомотивов на a -м участке.

6. Бригадо-часы локомотивных бригад при следовании поездов по a -му участку:

$$MT_{\bar{b}p(a)} = NT_{yч(a)} + T_{\bar{d}on(a)},$$

где $T_{\bar{d}on(a)}$ - затраты времени на прием-сдачу локомотивов на a -м участке.

7. Тонно-километры брутто вагонов и локомотивов поездов на a -м участке:

$$Pl_a = ns_a(q_d + q_m) + MS_a \cdot P_{лок},$$

где q_d - динамическая нагрузка вагона, т; q_m - тара вагона, т; $P_{лок}$ - масса локомотива, т.

$$A_a = \frac{a_{зр} \cdot Pl_a}{10000},$$

где $a_{зр}$ - удельные расходы топливно-энергетических ресурсов на 10 тыс. ткм брутто груженых поездов, т или кВт-ч.

Натуральные показатели по всем участкам пути следования определяются как сумма показателей по отдельно взятым участкам.

В частности, затраты времени на продвижение поезда по всему пути следования составят:

$$T_{сл.м} = \sum NT_{yч(a)} + \sum (t_{mp(b)}^{\bar{b}.n} + t_{\bar{d}on.mp(b)}).$$

Решение об эксплуатационной целесообразности изменения пути следования поездопотоков должно приниматься на основе многофакторного анализа и оценки по большому числу неравнозначных показателей, т.е. на основе многокритериальной оценки.

Оперативное регулирование пропуска поездопотока используя параллельные или круглые хода дает возможность перейти на новый уровень к организации движения поездов используя твердые нитки графика с учетом потенциальной перспективы использования данных ниток в качестве регулирования поездообразования.

Список литературы

1. Groшев Г.М., Кудрявцев В.А., Платонов Г.А., Чернюгов А.Д. Пособие поездному диспетчеру и дежурному по отделению: учебное пособие. – М.: Транспорт. 1992. 368 с.
2. Ковалев В.И. Управление эксплуатационной работой на железнодорожном транспорте: учебник. В 2 т. Т. 2. Управление движением / В.И. Ковалев, А.Т. Осьминин, В.А. Кудрявцев и др. – М.: ФГОУ «УМЦ ЖДТ». 2011. 440 с.
3. Groшев Г.М., Котенко А.Г., Норбоев А.Р. Проблемы обеспечения пропуска поездов по графику на технических станциях международных транспортных коридоров // Интеллектуальные системы на транспорте: материалы II Международной научно-практической конференции «Интеллект Транс – 2012». – СПб.: ПГУПС. 2012. С. 18.
4. Groшев Г.М., Ковалев В.И., Котенко А.Г., Кашницкий И.В. Потенциал использования твердого графика движения грузовых поездов при использовании различных моделей рынка железнодорожных перевозок // Известия ПГУПС. 2012. Выпуск 2 (31). С. 31-36
5. Groшев Г.М., Норбоев А.Р. Исследование роли технических станций в пропуске поездопотоков по транспортным коридорам // Сборник научных трудов «Актуальные проблемы управления перевозочным процессом». – СПб.: ПГУПС. 2013. Вып. 12. С. 27-35.
6. Грунтов П.С., Дьяков Ю.В., Макарович А.Н. Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок на железнодорожном транспорте. – М.: Транспорт. 1994. 543 с.

КРИТЕРИИ ВЫБОРА СЕРВИСНОЙ СЛУЖБЫ ТРАНСПОРТНОГО ТЕРМИНАЛА

Зуб Игорь Васильевич – кандидат технических наук, профессор кафедры технологии, эксплуатации и автоматизации работой портов

Ежов Юрий Евгеньевич – кандидат технических наук, доцент, директор института водного транспорта, заведующий кафедрой технологии, эксплуатации и автоматизации работой портов

ФГБОУ ВО Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова

Аннотация. Представлен сравнительный анализ ремонтной службы терминала и сервисной службы (аутсорсинговой организации). Рассмотрены как сильные, так и слабые стороны при заключении договора на обслуживание перегрузочной техники аутсорсинговой организацией и обслуживание перегрузочной техники ремонтной службой терминала.

Ключевые слова: ремонт, перегрузочная техника, ремонтная служба, аутсорсинговая организация.

CRITERIA FOR SELECTION OF SERVICE TRANSPORT TERMINAL

Zub Igor V. – Candidate of Technical Sciences, Professor of the department of technology, operation and automation of ports

Ezhov Yuriy E. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Director of institute of water transport, head of department of technology, operation and automation of ports

Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping

Abstract. A comparative analysis of the maintenance service of the terminal and the service. Considered both strengths and weaknesses in the contract for maintenance of handling equipment service and maintenance of handling equipment repair, service terminal.

Keywords: repair, handling equipment, repair service, customer service.

Конкуренция в условиях рыночной экономики побуждает терминальных операторов повышать качество предоставляемых ими услуг. Терминал может оставаться конкурентоспособным за счёт снижения цены продаваемой услуги или при равной цене с конкурентами предлагать более обширный комплекс услуг.

Основными терминальными услугами являются обработка транспортных средств (ТС) и хранение груза. Показателями качества для этих услуг будут – время обработки ТС и сохранность груза при хранении. Второй показатель в большей степени касается рефрижераторных грузов, которые могут потерять товарные качества вследствие нарушения температурного режима при хранении. Порча груза может произойти при погрузочно-разгрузочных работах (ПРР) из-за нарушения технологии работ или из-за неисправности перегрузочной техники (ПТ). Вопрос сохранности груза от хищения находится в ведении отдела охраны и в данной статье не рассматривается.

Сокращения времени обработки ТС можно достичь как совершенствованием технологических операций, так и обеспечением бесперебойной работы ПТ.

Совершенствование технологических операций терминала возможно за счёт автоматизации ПРР, обеспечения бесперебойной работы ПТ, замены морально и физически устаревшей ПТ на новые модели.

Задача обеспечения бесперебойной работы ПТ решается посредством эффективности управления технической эксплуатацией парка ПТ. Под эффективностью управления техни-

ческой эксплуатацией парка *ИТ* понимается оперативное восстановление работоспособности *ИТ* при аварийном выводе её из эксплуатации, а также проведение плановых технического обслуживания и ремонта (*ТОиР*), совершенствование технологии ремонта *ИТ*.

При выводе *ИТ* на ремонт для обеспечения *ППР* в эксплуатацию вводится резервная техника, содержание резервной техники не всегда экономически оправдано. Для сокращения времени ремонта на складе хранится страховая запас запасных частей (*ЗЧ*) и агрегатов. Склад *ЗЧ* формируется по имеющимся статистическим данным. При отсутствии резерва техники предпочтение отдается агрегатному методу ремонта. При агрегатном методе ремонта сокращается время простоя *ИТ*, но увеличиваются капиталовложения.

Одним из вариантов сокращения простоя машин на ремонте является замена машин после определенной наработки мото-часов. При физическом износе *ИТ* сокращаются межремонтные циклы, увеличивается время ремонтов, увеличивается число аварийных выводов машин из эксплуатации, уменьшается годовой бюджет рабочего времени. При замене *ИТ* терминальный оператор снижает риски аварийной остановки *ИТ*. *ИТ*, выработавшая установленный норматив мото-часов, ещё морально не устаревает и может быть продана.

При приобретении новой техники, могут измениться технологии *ППР*, оптимизируется количество *ИТ*, т.е. в данном случае может отсутствовать резервная техника, сокращается штатное расписание ремонтной службы. Но, с другой стороны, требуются капитальные вложения на покупку новой техники, поэтому необходимо определить, что выгоднее: приобретение новой техники или эксплуатация имеющейся. В данном случае основным показателем является стоимость владения. По имеющимся статистическим данным стоимость владения *ИТ*, в приведенном примере ричстакера, при наработке от 0 до 10 000 мото-часов составляет 8 евро/час, при наработке от 10 001 до 22 000 мото-часов - 13 евро/мото-час, при наработке от 20 001 до 35 000 мото-часов -25 евро/мото-час. При наработке 35 000 мото-часов фирмы производители ричстакеров рекомендуют производить капитальный ремонт, за наработок на капитальный ремонт взят ресурс до капитального ремонта двигателя внутреннего сгорания.

Простои парка *ИТ* можно сократить за счёт совершенствования технологии ремонта. Техническое состояние парка *ИТ*, эффективность восстановления *ИТ* зависят от рациональной организации ремонта и квалификации специалистов ремонтной службы терминала. При проведении ремонта на терминале не всегда есть возможность произвести ремонт того или иного агрегата, металлоконструкции или машины в целом. Сложные ремонты по договору подряда отдаются сторонним организациям.

Любые технологические и технические решения, принимаемые на терминале, должны быть экономически обоснованы и направлены на снижение расходов. Снижение расходов уменьшает себестоимость терминальной услуги, что позволяет иметь конкурентоспособную ставку *ППР*. Одним из путей снижения себестоимости услуг является сокращение расходов на ремонт *ИТ*. Расходы на ремонт включают в себя: фонд оплаты труда ремонтной службы терминала (*РС*), расходы на *ЗЧ*, расходы на инструмент, расходы на смазочные материалы (*СМ*). Расходы на *ЗЧ* и *СМ* зависят от технического состояния, интенсивности работы и наработки *ИТ*, а также выбранной стратегии проведения *ТОиР* – по наработке или по техническому состоянию. При проведении *ТОиР* по наработке необходимо понимать, что счётчик мото-часов показывает часы работы двигателя, полезные часы работы машины – машино-час – это время, когда машина выполняла работу. Для корректного определения машино-часов на *ИТ* устанавливаются датчики движения, которые передают данные на компьютер диспетчера об отработанных за определённый срок машино-часах. При проведении ремонта по техническому состоянию необходимо определить контрольные параметры, по которым определяется техническое состояние *ИТ*. Техническое обслуживание проводится в зависимости от рекомендаций завода-изготовителя.

Для сокращения фонда оплаты труда либо сокращают штатное расписание *РС*, либо сокращают заработную плату. При первом варианте увеличивается нагрузка на персонал, при втором варианте есть вероятность потери квалифицированных кадров. Для оптимизации

расходов и реинжиниринга бизнес-процессов терминальные операторы заключают договора на обслуживание *ИТ* сторонней организацией (аутсорсинг).

Аутсорсинг – это передача непрофильных видов деятельности внешним специализированным организациям. Суть аутсорсинга как способа ведения бизнеса основывается на том, что он позволяет предприятию-заказчику сосредоточиться на профильных (и наиболее рентабельных для него) функциях, а непрофильные передать специализированной компании и благодаря этому повысить общую эффективность своей деятельности и получить экономию от снижения издержек.

Если при передаче одной или нескольких функций на аутсорсинг изменяется только одна характеристика предприятия, то оценка эффективности аутсорсинга производится по однокритериальной модели. В том случае, когда аутсорсинг оказывает комплексное влияние на показатели терминала, оценка эффективности производится по многокритериальной модели [1]. Практика передачи функций на аутсорсинг всегда была актуальна. Принимая решение об аутсорсинге, необходимо сравнить текущий уровень эффективности системы *ТОuP* и тот эффект, который будет достигнут при передаче функциональных обязанностей на аутсорсинг. Целесообразность передачи функций терминальных подразделений, в частности *ТОuP*, на аутсорсинг предлагается определять при помощи метода целесообразности. Методика основана на сравнительной оценке характеристик выполнения функций *ТОuP* для двух вариантов: использование *РС* терминала и аутсорсинга. Для такой оценки формируется комплекс нормативных показателей, позволяющих определить качество и стоимость *ТОuP* [2]. Одним из показателей являются компетенции терминала, их анализ проводится «матрицей аутсорсинга». При помощи матрицы проводится двухфакторный анализ. Выясняется, насколько *РС* терминала важна для стратегических планов развития терминала и как *РС* терминала позиционируется относительно рынка, а именно, анализируются квалификация сотрудников, качество выполнения ремонтных работ, перспективы развития службы. Проведение такого анализа позволяет выбрать стратегическое решение о развитии *РС* или рассматривать вопрос о переводе обслуживания *ИТ* на аутсорсинг [3]. При принятии решения о переходе на аутсорсинг происходит реформирование организационной структуры терминала. Для определения функций, передаваемых на аутсорсинг, рассматриваются различные сценарии, которые позволяют оценить влияние аутсорсинга на деятельность терминала [4].

Передавая *ИТ* на *ТОuP* аутсорсинговой организации (*АО*), терминальный оператор передает этой организации часть рисков. Риски *АО* - только финансовые в том случае, если изменятся стоимость запасных частей и комплектующих. Так как терминальная техника в основном импортного производства, то финансовые риски *АО* зависят от колебаний курса валют. Терминальный оператор в случае невыполнения *АО* качественного ремонта и срыва отгрузок может потерять клиента. При передаче *ТОuP* на аутсорсинг терминальный оператор сокращает свой ремонтный персонал. В случае расторжения договора с *АО* набрать квалифицированный персонал в короткие сроки затруднительно по следующим причинам:

- из-за дефицита квалифицированных кадров на рынке труда. Это вызвано тем, что терминалы (порты) стали менее привлекательным местом работы из-за снижения уровня заработной платы. Наиболее квалифицированные специалисты уходят в другие отрасли;

- из-за отсутствия системы подготовки рабочего персонала. Двухнедельные курсы в учебно-курсовых комбинатах не отвечают требованиям подготовки слесарей и электромонтеров по обслуживанию *ИТ*. Последние, в лучшем случае, могут работать со старым парком порталных и козловых кранов, в то время как новая *ИТ* оснащена электронными системами управления. Средние специальные учебные заведения (техникумы, мореходные училища) выпускали специалистов среднего звена, сейчас таких специалистов в учебных заведениях среднего профессионального образования не готовят. Выпускники вузов имеют хорошую теоретическую подготовку по общим инженерным дисциплинам, по специальности, но по новым моделям *ИТ* у них таких знаний недостаточно. Это обусловлено тем, что материальная база вузов устарела, отсутствует практика на терминалах (в портах), т.к. стивидорные

компании не хотят брать студентов на практику, хотя с другой стороны, стивидорные компании подбирают в свой штат сотрудников, к которым предъявляют требования к стажу работы по специальности.

В работе [5] вопрос о передаче функций ремонта и обслуживания технологического оборудования рассматривается посредством теории системы массового обслуживания, при этом указывается, что *РС* имеет две бригады: по ремонту и профилактическому обслуживанию техники. При принятии решения о передаче функций на аутсорсинг, однозначного ответа нет. Автор указывает, что можно передать одну из функций (ремонт или профилактику) или две функции одновременно. При специализации ремонта, если *РС* проводит только плановые ремонты и профилактические работы, целесообразно отдавать на аутсорсинг только аварийные и сложные ремонты. Для принятия решения необходимо разработать алгоритм передачи части функций на аутсорсинг. Такие работы, как текущий ремонт и техническое обслуживание, могут выполняться *РС* терминала [6]. При передаче на аутсорсинг функций по *ТОuP ПТ*, которая попадает под Правила Ростехнадзора [7], терминальный оператор должен проверить наличие и соответствие штата *АО* настоящим Правилам.

При распределении функций *ТОuP* терминальный оператор создает конкурентную среду между *РС* терминала и *АО*, что побуждает сотрудников обеих организаций повышать свои профессиональные компетенции. Это приводит к качественному выполнению ремонтных работ и позволяет поддерживать достаточный уровень надежности технического состояния парка *ПТ*. Мотивация к качественному выполнению работ может быть моральной и материальной. В каждой организации предусмотрены свои способы морального поощрения за качественное выполнение ремонтных работ. Для материального поощрения сотрудников важно подобрать критерии, по которым производится оценка качества ремонта. Наиболее оптимальными критериями являются стоимость ремонта и время безостановочной работы машины, т.е. наработок на отказ [8]. Но при этом необходимо учитывать стоимость ремонта *ПТ*, так как вышедший из строя агрегат можно поменять на новый, а можно этот же агрегат отремонтировать (разобрать, отдефектовать и восстановить вышедшие из строя детали). В приведенных вариантах технологии ремонтных работ будет разная стоимость ремонта. В связи с Постановлением Правительства РФ [9] второй вариант ремонта будет занимать меньше времени, т.к. для импортной *ПТ* увеличится срок поставки *ЗЧ*.

Ещё одним аспектом, влияющим на качество и сроки ремонта *ПТ*, является отсутствие технической документации. При покупке импортной техники покупатель получает каталог запасных частей и инструкцию по эксплуатации. Технологию ремонта *РС* терминала разрабатывает самостоятельно, основываясь на личном опыте, имеющемся багаже знаний и в соответствии с имеющейся ремонтной базой. В вопросе технологии ремонта *АО* находится в более выгодном положении, так как располагает технической документацией на ремонт *ПТ* от производителя, со специалистами *АО* производитель техники проводит семинары. В случае нештатной ситуации специалисты *АО* всегда могут обратиться за консультацией к производителю машины. Некоторые зарубежные компании-производители после продажи *ПТ* обучают персонал терминала – операторов и механиков – управлению и *ТОuP* своей техники. При обосновании выбора *ПТ* при покупке необходимо учитывать не только технологические преимущества данной модели, но и вопросы, касающиеся технической эксплуатации [10].

Выбор между аутсорсингом и *РС* терминала должен согласовываться со стратегическим развитием компании, так как потери компетенции терминала в области *ТОuP* могут нанести компании ущерб. Для принятия решения рассматриваются все сильные и слабые стороны как аутсорсинга, так и *РС* терминала.

У *РС* терминала также есть свои плюсы – это круглосуточное отслеживание технического состояния машины в процессе её эксплуатации. При изменении контролируемых параметров возможно устранение дефекта на стадии его развития.

На первом этапе выбирается *АО*. В настоящее время обслуживанием *ПТ* занимаются не только представители фирмы-изготовителя, но и другие коммерческие организации. Для выбора *АО* используют следующие критерии:

1. *АО* представляет интересы производителя *ПТ*. При выборе данного критерия руководствуются тем, что при сложных ситуациях, возникающих в процессе диагностики неисправности или ремонте, специалисты *АО* могут получить консультацию от производителя *ПТ*. В *АО*, представляющей производителя, есть в наличии специальная диагностическая аппаратура, ноутбуки со специальными программами, позволяющими в минимальные сроки найти неисправность, а также выявить параметры, значения которых приближаются к граничным.

2. *АО* имеет в штате квалифицированных сотрудников. Данный критерий может быть оценен или только после определенного времени сотрудничества с данной организацией, или по отзывам от других клиентов *АО*.

3. *АО* имеет склад запасных частей. На складе *АО* номенклатура запасных частей больше, чем на складе отдельно взятого терминала, так как эти *ЗЧ* могут быть использованы как для ремонта обслуживаемой техники, так и для продажи другим собственникам техники данного производителя. В связи с тем, что *АО* обслуживает не отдельно взятый терминал, а определённый регион, то не происходит «замораживания» финансовых средств на *ЗЧ*, так как они постоянно находятся в обороте.

На складе терминала имеется запас расходных материалов. Если есть статистика по наработке на отказ определенных деталей и агрегатов, то закупают детали и агрегаты, у которых срок наработки на отказ подходит к граничным показателям. Хранить большой запас запасных частей терминалу экономически не выгодно, так как «замораживаются» финансовые средства. Чем больше однотипной техники на терминале, тем большая номенклатура запасных частей имеется на складе.

4. Специалисты *АО* должны быть готовы к аварийным выездам в минимально возможные сроки со времени поступления уведомления об аварийной остановке машины.

5. Стоимость услуг должна быть не выше среднерыночной. *АО* в договоре указывает стоимость человека-часа при проведении технического обслуживания плюс стоимость расходных материалов. Стоимость ремонта указывается в смете ремонта.

6. Качество и стоимость ремонта. Эти два критерия объединены, так как можно обеспечить качество ремонта заменой агрегата, а можно провести восстановительный ремонт с разборкой, дефектовкой и восстановлением дефектной детали. По такому варианту машина может больше простоять на ремонте, но стоимость ремонта будет в разы меньше. Качество ремонта также зависит от установления причины неисправности, так как важно устранить причину, а не следствие. Современная *ПТ* имеет бортовые компьютеры, но для того чтобы считать данные, которые там находятся, необходимо иметь специальные программы. Такими программами располагает *АО*. *РС* дольше устанавливает причины неисправности, так как использует показания стационарно установленных на *ПТ* приборов и косвенные признаки.

АО в основном используют агрегатный метод ремонта, и если нет сменного агрегата на складе, машина простаивает в его ожидании. Ремонтная служба использует как агрегатный метод ремонта, так и восстановительный.

Терминальный оператор может увеличить или уменьшить перечень критериев в зависимости от специфики работы.

Если для обслуживания техники выбрана *АО*, то принимается решение, какие функции остаются за *РС* терминала. Варианты могут быть различными. *РС* терминала производит только регламентное техническое обслуживание, текущие и аварийные ремонты проводит *АО*. Второй вариант – *РС* занимается устранением небольших дефектов, возникающих в процессе эксплуатации, а техническое обслуживание и ремонты (текущий и аварийный) выполняет *АО*.

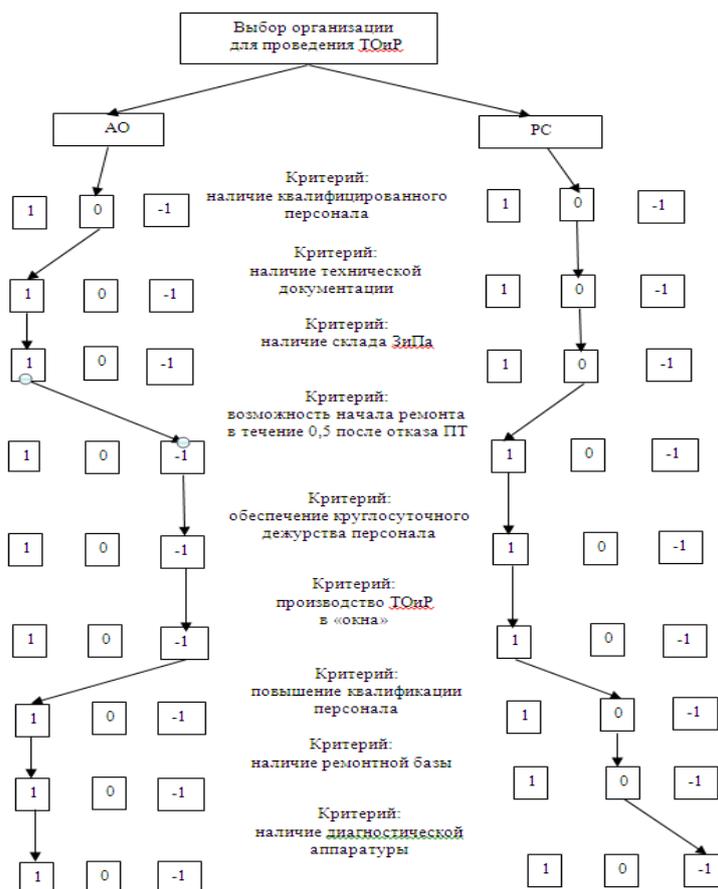


Рисунок 1 – Модель выбора организации для проведения ТОиР ПТ
 1 – критерий выполним; 0 – может быть, как выполнен, так и не выполнен; -1 – критерий не выполняется

Рассмотрим, какими преимуществами обладает *РС* терминала. Во-первых, *РС* постоянно осуществляет контроль технического состояния *ПТ*. Во-вторых, техническое обслуживание или текущий ремонт *РС* терминала может разбить на несколько этапов и проводить регламентные работы в «окна», когда нет под погрузкой судна, а отгрузка на другие виды транспорта отсутствует или минимальна.

На рисунке 1 приведена модель выбора организации для проведения *ТОиР ПТ*, в этой модели не рассмотрены экономические критерии, так как они зависят от договора на обслуживание. Как *РС* терминала, так и *АО* организация имеют свои сильные и слабые стороны, выбор остается за лицом, принимающим решение. Вариантов решения может быть несколько, в зависимости от того, как будут использованы сильные стороны *РС* и *АО*.

Список литературы

1. Котляров И.Д. Принятие решения об использовании аутсорсинга на основе оценки его эффекта для предприятия // Вестник Российского государственного торгово-экономического университета. 2011. № 2. С. 56-63. Режим доступа: http://www.rea.ru/ru/org/managements/izdcentr/PublishingImages/Pages/archivergteu/02_2011_.pdf (дата обращения 27.08.2016).
2. Курбанов А.Х. Методика оценки целесообразности использования аутсорсинга // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 1. Режим доступа: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=5437> (дата обращения: 31.08.2016).
3. Хлебников Д. Аутсорсинг как инструмент снижения затрат и оптимизации бизнес-системы. Режим доступа:

http://iteam.ru/publications/strategy/section_16/article_222 (дата обращения: 31.08.2016).

4. Вишняков О., Гайнутдинов Д. Аутсорсинг как инструмент реформирования компании. Режим доступа: <http://citcity.ru/13940/> (дата обращения: 01.09.2016).

5. Медведева М.И. Проблемы аутсорсинга при ремонте и обслуживании технологического оборудования // Бизнес Информ. 2013. № 11. С. 91-95.

6. Бородулина С.А. Методы процессного управления сервисной службой промышленного предприятия // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент». 2015. № 4. С. 216-226.

7. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения». – СПб.: ЦОТПБСППО. 2014. 124 с.

8. Зуб И.В. Критерии оценки работы ремонтного персонала контейнерного терминала // Vth International Scientific Conference «Applied Sciences and technologies in the United States and Europe: common challenges and scientific findings», February 12. 2014. New York, USA. P. 125-127.

9. Постановление Правительства Российской Федерации от 24 декабря 2013 г. № 1224 «Об установлении запрета и ограничений на допуск товаров, происходящих из иностранных государств, работ (услуг), выполняемых (оказываемых) иностранными лицами, для целей осуществления закупок товаров, работ (услуг) для нужд обороны страны и безопасности государства» (с изменениями от 29 декабря 2015г, 18 июля 2016 г.) // Режим доступа: <http://base.garant.ru/70550030/#friends> (дата обращения: 03.09.2016).

10. Зуб И.В. Модель выбора перегрузочной техники транспортных терминалов // Фундаментальные и прикладные исследования, разработка и применение высоких технологий в промышленности и экономике. Высокие технологии, исследования, образование, экономика. Т. 1: материалы XIV Международной научно-практической конференции, 4-5 декабря 2012 г., Санкт-Петербург: изд-во Политехн. ун-та. 2012. С. 266-268.

УДК 629.423.32:621.38

ЛАЗЕРНАЯ ОЧИСТКА РЕЛЬСОВОГО ПУТИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОМ ТРЕНИЯ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Вейко Вадим Павлович – доктор технических наук, профессор

Петров Андрей Анатольевич – кандидат технических наук, доцент

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики

Евстафьев Андрей Михайлович – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой электрической тяги ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I

Аннотация. Представлены результаты исследования применения метода лазерной очистки для удаления различных видов загрязнений с поверхности рельса. Для очистки был использован иттербиевый волоконный лазер, работающий в режиме акустооптической модуляции (средняя мощность излучения 50 Вт, длительность импульса 100 нс). При исследованиях использовались рельс марки R65 и часть бондажа колеса. В результате была показана, эффективность лазерной очистки и возможность повышения коэффициента трения на 30%.

Ключевые слова: волоконный лазер, лазерная очистка, железная дорога.

LASER RAIL CLEANING FOR FRICTION COEFFICIENT CONTROL

Veiko Vadim P. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Saint Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics

Petrov Andrej An. – PhD, docent, Saint Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics

Evstafev Andrej M. – PhD, Petersburg State Transport University

Abstract. The results of investigations concerning the laser cleaning of polluted rail track and its productivity analysis are presented. The laser applied in the experiments is Q-switched pulsed Ytterbium fiber laser (average power of 50 W, pulse duration of 100 ns). The contaminations were put both on rails of P65 mark and bandages. The estimation of laser cleaning efficiency revealed that there is a possibility to increase the coefficient of friction between the rail and bandage by 30%.

Keywords: fiber laser, laser cleaning, railway.

Проблема использования сцепного веса локомотивов является актуальной для железных дорог с интенсивным грузовым движением. Это связано со значительным загрязнением поверхности рельсов (измельченный песок, нефтепродукты, опавшая листва, обледенение и т.д.). При недостаточном сцеплении (буксовании) резко увеличивается расход электроэнергии, повышается износ поверхностей, могут возникнуть аварийные ситуации.

В настоящее время существует большое количество методов для очистки рельсов. Это механическая, электро-искровая, очистка с помощью воды под большим давлением и другие. Но существующие методы обладают рядом серьезных недостатков: повреждение поверхности рельса, невозможность интеграции в локомотив (большие массогабаритные характеристики), ограниченные типы загрязнений. Кроме того, не все методы могут быть использованы при отрицательных температурах.

В последнее время в связи с появлением новых типов лазеров активно развивается направление лазерной очистки поверхностей от различных загрязнений [1,2]. Одним из важнейших преимуществ лазерной очистки является минимальный дополнительный износ поверхностей.

В настоящей работе исследуется применение новых типов волоконных лазеров для очистки рельса. Системы на основе волоконных лазеров, обладающие низким энергопотреблением и компактными размерами, могут быть установлены на любой тип локомотивов. Устройство для очистки рельсов может включаться автоматически либо по команде машиниста (ручное включение целесообразно при прохождении участков с заведомо ухудшенными условиями сцепления колеса с рельсом).

Экспериментальные исследования лазерной очистки

Для оценки эффективности лазерной очистки были взяты пробы загрязнений рельсов в локомотивных депо и на вокзалах и выполнен анализ их состава. Загрязнения представляют собой смесь органических остатков (листва, трава и т.п.), грунта, песка, горюче-смазочных материалов и могут находиться как в сухом, так и во влажном состоянии.

Для проведения лазерной очистки была использована экспериментальная установка на основе импульсного иттербиевого волоконного лазера.

Экспериментальная лазерная установка отличается малым потреблением мощности и может быть использована в полевых условиях. Основные характеристики прибора представлены в табл.1.

Таблица 1 – Характеристики лазерной установки

Лазер	
Тип	Импульсный иттербиевый волоконный лазер
Номинальная энергия в импульсе	1 мДж
Частота следования импульсов	50-100 кГц
Длина волны	1.06 мкм
Средняя номинальная выходная мощность	50 Вт
Длительность импульса	100 нс
Сканатор	
Область обработки	100×100 мм
Скорость перемещения пучка	10 м/с

Для очистки были использованы следующие режимы работы лазера:

1. Средняя мощность излучения $P=20$ Вт, площадь, обрабатываемой поверхности $S_{обр}=54$ см²;
2. Средняя мощность излучения $P=50$ Вт, площадь, обрабатываемой поверхности $S_{обр}=54$ см²;
3. Средняя мощность излучения $P=50$ Вт, площадь, обрабатываемой поверхности $S_{обр}=6$ см²;

Были проведены эксперименты по очистке поверхности рельса от следующих загрязнений: образцы грунта, образцы грунта в смеси с водой, машинное масло, смесь грунта с машинным маслом. Толщина загрязнения на поверхности рельса составляла до 1 мм. В результате очистки эффективно удалялись все типы органических загрязнений. Неорганические включения в виде песка и мелких камней с поверхности рельса не удалялись, но при очистке комбинированного загрязнения в виде смеси песка и машинного масла масло было удалено, в том числе с поверхности неорганических включений.

Коэффициент трения определялся при различных загрязнениях до и после лазерной очистки. Исследуемые образцы наносились на поверхности катания бандажа и рельса, затем определялся угол наклона, при котором бандаж начинал скользить по рельсу, по тангенсу угла определялся коэффициент трения. Результаты измерений представлены на рис. 1.

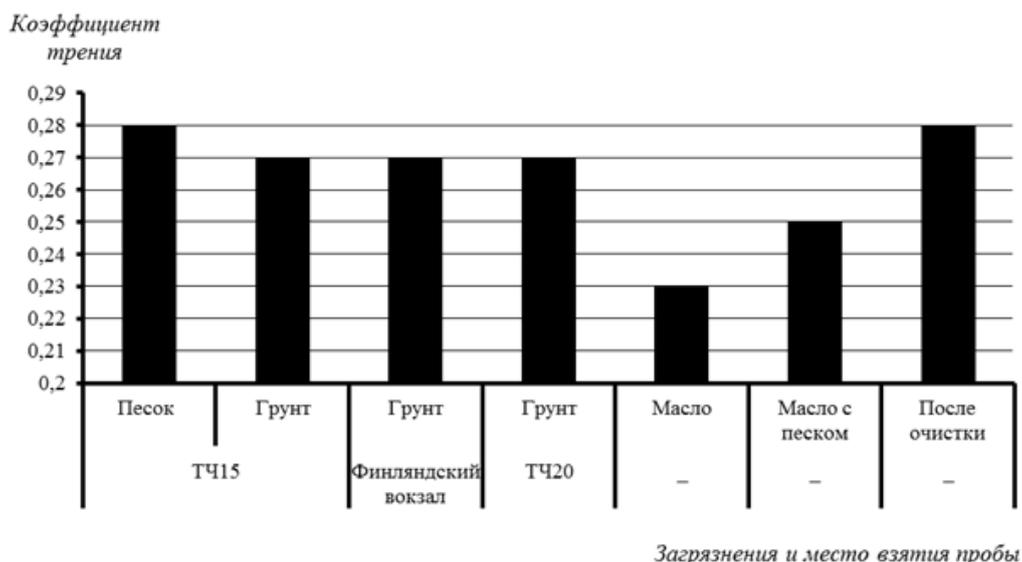


Рисунок 1 – Диаграмма изменения коэффициента трения в зависимости от типов загрязнений и после лазерной очистки

При исследовании через микроскоп МСП-1 с увеличением в 10 крат отчетливо видны границы очищенной поверхности и поверхности, необработанной лазером. Коэффициент трения после очистки составил 0.28, что сопоставимо с применением песка. Мощность излучения лазера $P=50$ Вт.

Для оценки влияния лазерного нагрева на обрабатываемый материал, была определена температура в зоне обработки с помощью тепловизионной камеры FLIR Titanium 520 M, и измерена твердость рельса до и после лазерной очистки по методу Бринелля.

Сущность метода Бринелля заключается во вдавливании шарика в образец под действием усилия, приложенного перпендикулярно к поверхности образца, в течение определенного времени, и измерении диаметра отпечатка после снятия усилия [4]. Результаты измерений твердости представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Твердость рельса

Режим очистки	Рабочая поверхность d, мм отпечатка	Твердость по ГОСТ 9012-59 НВ
До очистки	3,2	363
$P=20$ Вт, $S_{обр}=54$ см ²	3,2	363
$P=50$ Вт, $S_{обр}=54$ см ²	3,08	393
$P=50$ Вт, $S_{обр}=6$ см ²	3,08	393

По результатам измерений можно сделать вывод о том, что использование лазера для очистки поверхностей не оказывает существенного влияния на твердость материала. Значения лежат в допустимых пределах изменения твердости рельсов.

По результатам измерений, сделанных тепловизионной камерой в процессе лазерной очистки, видно, что обрабатываемая поверхность не нагревается выше температуры окружающей среды, а максимальная температура наблюдается непосредственно в области воздействия. Температура повышается только по краям зоны обработки (до 30⁰С), что объясняется изменением направления движения луча в этой зоне. В среднем при лазерной очистке температура в точке воздействия составляла от 110 до 150⁰С. Максимальная температура в точке воздействия, зарегистрированная тепловизионной камерой, составила 370⁰С. Различие температур в процессе обработки может быть объяснено различием коэффициентов поглощения и неоднородной структурой загрязнения.

Заключение

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы. Лазерная очистка рельсов волоконным лазером со средней мощностью до 50 Вт эффективна для удаления различных типов загрязнений поверхности (грунт, нефтепродукты, органические загрязнения).

Тепловое воздействие при лазерной очистке не оказывает существенного воздействия на материал. Температура в пределах области воздействия не превышает 370⁰С, а средняя температура рабочей поверхности рельса менее 30⁰С.

После лазерной очистки зафиксировано увеличение твердости поверхности на 30НВ. Полученная величина изменения твердости не является критической, ее значения лежат в допустимых пределах изменения твердости рельсов.

Достигнуто увеличение коэффициента трения после лазерной очистки увеличивается на 20-30% по сравнению с исходным. Увеличение коэффициента трения зафиксировано для всех типов загрязнений.

Теоретическая оценка производительности показала, что на разработанной экспериментальной установке может быть достигнута производительность очистки до 6 км/ч. При увеличении мощности установки производительность может быть увеличена до 24 км/ч. Этот вывод требует проведения дополнительных экспериментальных исследований.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, соглашение №14.578.21.0197 (RFMEFI57816X0197).

Список литературы

1. Daurelio G., Chita G., Cinquepalmi M. Laser surface cleaning, de-rusting, de-painting and de-oxidizing Appl. Phys. 1999. A 69 [Suppl.]. P. 543-546.
2. Chen G.X., Kwee T.J., Tan K.P., Choo Y.S., Hong M.H. Laser cleaning of steel for paint removal Appl Phys. 2010. A 101: 249-253.
3. Modern Railways. 2002. № 650. P. 16-18.
4. ГОСТ Р 51685-2000. Рельсы железнодорожные. Общие технические условия- Введ. 2001-07-01. – М.: Изд-во стандартов. 2001. 27 с.

УДК 334.02

МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ КАРТ ПОТОКА СОЗДАНИЯ ЦЕННОСТИ В БИЗНЕС-ПРОЦЕССАХ ОАО «РЖД»

Зенина Надежда Николаевна – кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента и управления персоналом организации

Зенин Роман Евгеньевич – магистрант кафедры экономической теории и менеджмента

*ФГБОУ ВО Московский государственный университет путей сообщения
Императора Николая II*

Аннотация. Рассмотрена методика разработки карт потока создания ценности в операционных процессах ОАО «РЖД». Описаны этапы экспертного моделирования процессов. Представлен пример карты потока создания ценности локомотивного депо.

Ключевые слова: ОАО «РЖД», процессное управление, бизнес-процесс, поток создания ценности, карта, локомотивное депо, экспертный метод, операционные определения, входы, выходы, показатели результативности, показатели эффективности.

METHODS OF VALUE STREAM MAP DEVELOPMENT OF THE JSCO «RUSSIAN RAILWAYS» BUSINESS PROCESSES

Zenina Nadezhda N. – PhD, Assistant Professor of «Management and organization human resource management» department

Zenin Roman E. – master student of the «Economic theory and management» department, Moscow State University of Railway Engineering (MIIT)

Abstract. Describes the technique of value stream map development of the JSCO «Russian Railways» operational processes. The stages of expert process modeling are described. The value stream map of a locomotive depot is presented as an example.

Keywords: JSCO «RZD», Russian Railways, business process, value stream, map, locomotive depot, expert method, achievement indicators, performance indicators.

Карта потока создания ценности (далее – карта) является эффективным инструментом процессного управления. Карта представляет собой графическое изображение всего потока создания ценности.

М. Роттер и Дж. Шук отмечают: «Поток создания ценности – это все действия (как добавляющие, так и не добавляющие ценность), нужные, чтобы провести продукт через

следующие основные потоки операций: производственный поток – от сырья до готовой продукции; поток проекта – от концепции до выпуска первого изделия» [1, с.19].

Карты позволяют: упорядочивать процессы, «сшивать» их по входам-выходам, определять границы процессов и зоны ответственности, провести реинжиниринг бизнес-процессов за счет исключения ненужных процессов, описать выходы процессов через операционные определения и показатели результативности и эффективности, выявлять институциональные блокировки процессов.

При разработке карт потока создания ценности в бизнес-процессах ОАО «РЖД» оказалось невозможным использовать нормативно-организационные документы компании. Рассмотрим пример по построению карты линейного предприятия тяги. Процессы предприятий тяги уже рассматривались нами при выработке операционных стратегий [2].

Основным документом, регламентирующим деятельность предприятия тяги, является «Регламент организации эксплуатационной работы и обеспечения безопасности движения поездов в эксплуатационных локомотивных депо Дирекции тяги – филиала ОАО «РЖД» от 17 июня 2013 г. № 55р. [3]. Это классический документ функционального подхода к управлению предприятием, он не позволяет описать процессы в необходимых параметрах: границ процессов, владельцев процессов, показателей процессов, входов и выходов. В связи с этим для моделирования процессов была разработана методика, в основе которой лежит экспертный метод.

Группа экспертов представляет собой рабочую группу из руководителей и специалистов предприятий. Работу группы организует и методически направляет модератор.

В феврале 2016 года в разработке модели процессов предприятий тяги приняли участие 16 руководителей предприятий тяги (ТЧЭ) и региональных дирекций тяги из 14 регионов России. Использование данной методики позволило получить реальную картину взаимосвязанных процессов депо, выявить на основе их анализа точки блокировки потока создания ценности. Вместе с тем, групповое экспертное мнение руководителей дирекций тяги с различных дорог по вопросам процессного управления позволило нивелировать региональные особенности деятельности линейных предприятий.

В процессе работы по формированию карты, модератор последовательно ставил задачи перед экспертной группой, и группа принимала решения по этим задачам методом коллективного обсуждения. Построение карты осуществлялось поэтапно:

1. На первом этапе в соответствии с методикой построения карты описывался выход потока создания ценности – результат деятельности депо.

Процесс построения карты происходил следующим образом: справа на листе бумаги формата А3 отчерчивалась линия (все построения делались карандашом). Эта линия – граница потока создания ценности рассматриваемого предприятия. Все, что располагается слева от этой линии, является деятельностью депо, а справа от границы отражается следующая информация: потребитель результатов процесса (внутренний или внешний клиент), название результата (выхода) деятельности, граница процесса, операционные требования к результату, показатели эффективности и результативности.

Эксперты отметили, что внутренним клиентом для предприятий тяги являются предприятия по управлению движением (Д). Результатами деятельности ТЧЭ являются исправный локомотив и подготовленная локомотивная бригада. Несмотря на то, что локомотив не может функционировать без локомотивной бригады, эксперты посчитали необходимым рассмотреть два этих результата отдельно, чтобы видеть границы ответственности на каждом этапе и выявить точки блокировок в каждом процессе.

Границей процесса является переход ответственности от ТЧЭ к Д, что оформляется отметкой в маршрутном листе машиниста. Как только локомотив проходит эту временную точку, ответственность ТЧЭ заканчивается и процессом начинают управлять Д. Таким образом, выход нашего процесса стал входом для Д, что соответствует методике процессного подхода, когда смежные процессы «сшиваются» по входам-выходам.

Следующим шагом в построении карты потока является формулировка операционных определений. Это понятие ввел американский ученый, статистик и консультант по менеджменту Эдвард Деминг [4]. Операционное определение – это описание требований к результату деятельности. Эксперты назвали следующие операционные определения для исправного локомотива: серия, мощность, секции, вид тяги, вид движения. Операционные требования подготовленной локомотивной бригады: вид тяги, вид движения и бригады, имеющие заключения на данном участке (на каждый участок устанавливается своя локомотивная бригада).

Важным этапом описания выходов процесса является определение показателей, поскольку именно показатели лежат в основе статистического управления производством [5]. Для оценки процессов используется два вида показателей: результативности и эффективности. Результативность – это показатель, характеризующий степень достижения результата. Эффективность – это соотношение затрат и результата.

Эксперты показателем результативности назвали количество выданных локомотивов за сутки (с 18:00 до 18:00), а показателем эффективности – своевременный выход на КП (контрольный пост).

2. На втором этапе описываются входы потока. Для этого определяются перечень ресурсов (преобразуемых и обеспечивающих), поставщики, операционные определения ресурсов, границы процесса (переход ресурса от поставщика в депо), показатели входа. Для описания входов отчерчивается вертикальная линия с правой стороны листа, все, что находится правее этой границы – ресурсы и их поставщики, все, что левее – внутренняя среда предприятия.

В качестве основного преобразуемого ресурса локомотивного депо эксперты назвали локомотив. Границей входа является контрольная точка, в которой локомотив прошел контрольный пункт. Это время оформляется отметкой в маршрутном листе машиниста.

Поставщиком локомотива на входе является предприятие Д. Операционные определения локомотива на входе те же, что и на выходе. Показатель результативности для локомотива – это количество локомотивов, зашедших на обслуживание по ТО или для экипировки.

Помимо преобразуемого ресурса, на входе описываются обеспечивающие ресурсо-товарно-материальные ценности, инструменты, оборудование (поставщик – Дирекция материально-технического обеспечения) и персонал (поставщики – техникумы, Вузы, резерв и др.). В рассматриваемом примере обеспечивающие ресурсы не рассматривались в связи с ограниченным временем сессии.

3. На третьем этапе выкладываются внутренние процессы, протекающие в депо, по цепочке создания ценности. Для предприятий тяги выделилось две параллельные цепочки: подготовка к выдаче локомотива, подготовка локомотивной бригады. Все процессы описываются в параметрах: владелец процесса, граница процесса, показатели процесса, входы и выходы процесса, операционные определения.

Карта потока создания ценности предприятия тяги представлена на рис. 1. Где: ТО – текущее обслуживание; ТР – текущий ремонт; ПЗВ – подготовительно – заключительное время; СДО – самостоятельное дистанционное обучение.

На карте границы процесса представлены в виде документов, которые подписываются владельцами смежных бизнес-процессов. Выходы одного бизнес-процесса являются входами следующего.

4. На четвертом этапе эксперты определяют точки блокировки потока создания ценности, которые оказывают влияние на снижение показателей результата деятельности. На карте ТЧЭ это две точки:

– по цепочке «подготовка к выдаче локомотива» это бизнес - процесс «ТО, ТР»; владелец процесса- мастер «ТМХ-сервис»;

– по цепочке «подготовка локомотивной бригады» это бизнес - процесс «техническое обучение»; владелец процесса – машинист – инструктор.

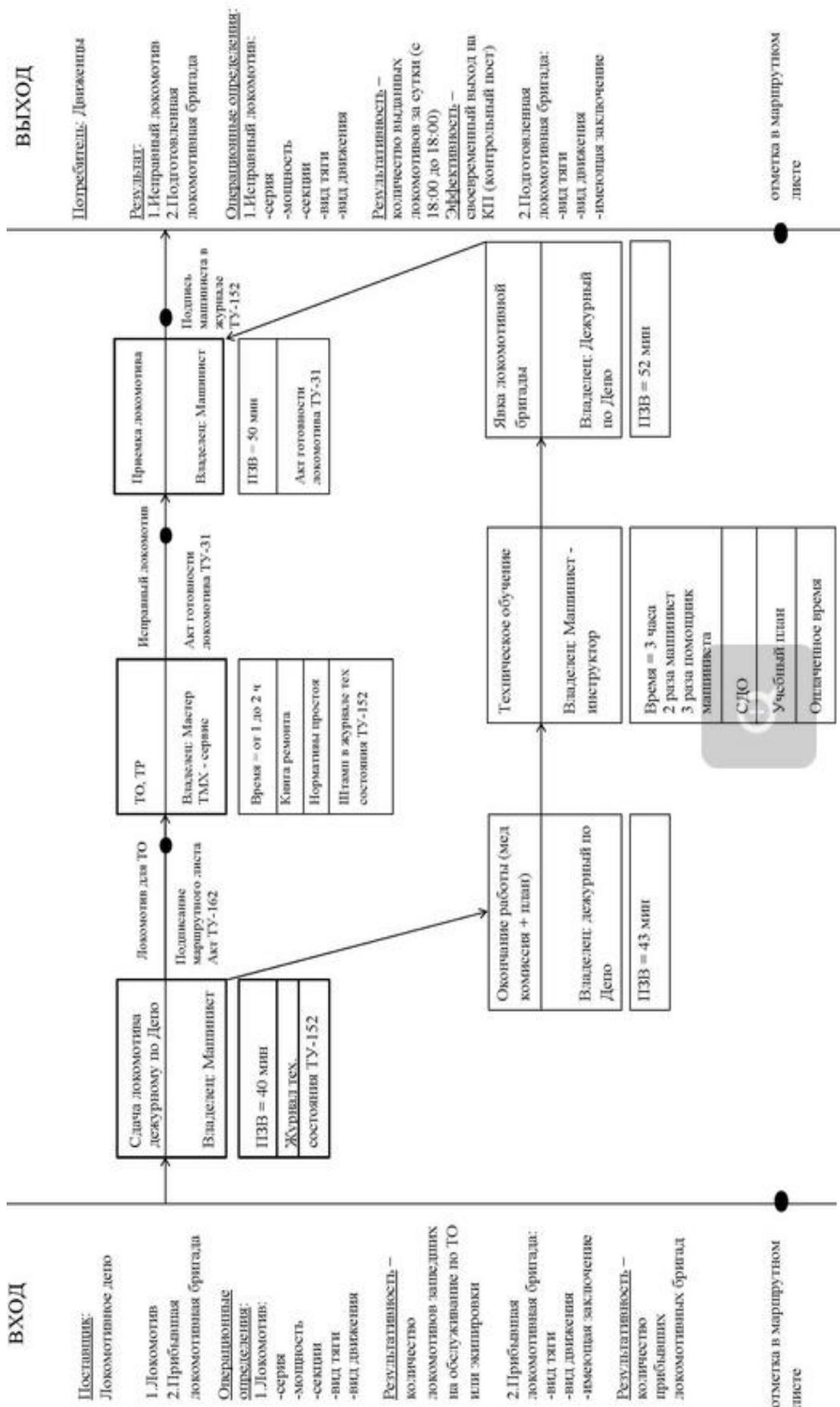


Рисунок 1 – Карта потока создания ценности предприятия тяги

Карты потока создания ценности, построенные по данной методике для различных бизнес - процессов ОАО «РЖД» позволяют на экспертном уровне упорядочить процессы, устранить организационные и информационные разрывы, определить точки блокировок процессов, описать процессы через систему операционных определений и показателей, что, в целом, повышает управляемость процессами организации.

Список литературы

1. Майкл Ротер, Джон Шук. Учись видеть бизнес-процессы. Практика построения карт потока создания ценности – М.: Альпина Бизнес букс. 2006. 135 с.
2. Зенина Н.Н. Разработка и реализация операционных стратегий локомотивно-эксплуатационных депо // Современные проблемы управления экономикой транспортного комплекса России: конкурентоспособность, инновации и экономический суверенитет. МИИТ. 2015. С. 114-117.
3. Регламент организации эксплуатационной работы и обеспечения безопасности движения поездов в эксплуатационных локомотивных депо Дирекции тяги – филиала ОАО «РЖД» от 17 июня 2013 г. № 55р. Электронный ресурс: http://w21-g.ucoz.org/load/prikazy_i_rasporjazhenija/rasporjazhenija_rzhd/rasporjazhenie_ct_55r_ot_02_aprel_ja_2013g/103-1-0-2092.
4. Деминг Э. Выход из кризиса: Новая парадигма управления людьми, системами и процессами. – М.: Альпина Бизнес Букс. 2007. 370 с.
5. Уилер Д., Чамберс Д. Статистическое управление процессами: Оптимизация бизнеса с использованием контрольных карт Шухарта. – М.: Альпина Бизнес Букс. 2009. 409 с.

УДК 334.02

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНСТИТУТОВ ТРАНСПОРТНОЙ КОМПАНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ LEGO SERIOUS PLAY

Зенина Надежда Николаевна – кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента и управления персоналом организации ФГБОУ ВО Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II

Аннотация. Рассмотрена методика проектирования институтов ОАО «РЖД» с использованием технологии LEGO SERIOUS PLAY. Приведен пример анализа и перепроектирования института взаимодействия служб пути и движения.

Ключевые слова: ОАО «РЖД», институты, LEGO SERIOUS PLAY, обучение, экспертный метод, безопасность, взаимодействие.

DESIGNING INSTITUTIONS TRANSPORT COMPANIES USING THE TECHNOLOGY OF LEGO SERIOUS PLAY

Zenina Nadezhda N. – PhD, Assistant Professor of «Management and organization human resource management» department, Moscow State University of Railway Engineering (MIIT)

Abstract. Considers the technique of design institutes JSC "RZD" using the technology of LEGO SERIOUS PLAY. An example of the analysis and redesign of the Institute of service communication path and movement.

Keywords: JSC Russian Railways, institutes, LEGO SERIOUS PLAY, training, expert method, safety, interactions.

С того времени как Д. Норт написал: «Институты имеют значение» [1], исследования институтов рассматриваются как один из основных методов изучения эффективности различных социальных систем, анализа блокировок и проектирования направлений их модернизации.

ОАО «Российские железные дороги» (ОАО «РЖД»), крупнейшая транспортная компания мира, с 2004 года и по настоящее время переживает реформирование институтов, вызывающее трансформацию ее взаимодействий с внешней средой, а также трансформацию внутренних взаимодействий. Среди основных изменений необходимо отметить:

- развитие рыночных отношений с клиентами, поставщиками и партнерами;
- целенаправленное развитие конкурентных отношений, в том числе за счет выделения из организации в самостоятельные структуры целых видов деятельности: грузовых перевозок, контейнерных перевозок, пассажирских перевозок, энергоснабжения и других, а также за счет широкого развития аутсорсинга;

– переход от дивизиональной структуры управления к матричной.

Ускоренное встраивание организации в рыночные отношения привело к доминированию экономических задач над задачами технологическими, организационными и социальными. В результате, в борьбе за оптимизацию деятельности, которая реализуется как сокращение персонала, возникли блокировки, которые сдерживают темпы модернизации компании и создают риски в дальнейшей деятельности.

На данном этапе развития компании необходимо провести институциональный анализ, выявить точки блокировок и провести работы по проектированию новых институтов или корректировке действующих.

Институты в организациях создаются людьми, прежде всего, специалистами и руководителями. Обучение этих категорий работников принципам, методам анализа и проектирования институтов организации позволяет с одной стороны провести экспертную оценку существующей институциональной среды, а с другой стороны построить систему институтов, адекватно отвечающую задачам компании.

Автор разработала методику обучения руководителей и специалистов ОАО «РЖД» анализу и проектированию институтов организации с использованием технологии LEGO SERIOUS PLAY (LSP).

Целью обучения является выработка умения анализировать институты организации по их структурным элементам: Y; I; A; S; G, где Y - описание ситуации, характеризующее условия приложения нормы; I - характеристика индивида, или адресата нормы; A - определение предписываемого действия, или содержания нормы; S - описание санкции за неисполнение предписания A; G - характеристика гаранта нормы, т.е. субъекта, применяющего санкции к нарушителю правила [2].

Технология LSP наиболее подходит для решения задач с высоким уровнем неопределенности, поскольку мыслительные процессы подталкивает визуализация наиболее важных аспектов проблемы. Ученые-неврологи назвали это «сокращение нагрузки» - уменьшение количества вопросов, которые нужно держать в голове за счет воплощения в осязаемых объектах [3]. В качестве подготовительного этапа в начале сессии по анализу и проектированию институтов ОАО «РЖД» с использованием LSP, участникам обучения предлагаются три подготовительных упражнения, в которых демонстрируются возможности метода: проявление индивидуальности, использование метафор и *storing* (возможность с помощью физических моделей рассказывать истории).

Процесс обучения с использованием технологии LSP состоит из 4х этапов, сменяющих друг друга. Он может иметь неограниченное количество итераций:

Первый шаг – формулировка задачи. Участникам сессии предлагается выбрать институт, который они хотели бы проанализировать и перепроектировать.

Второй шаг – участники создают индивидуальные модели из кубиков лего, связанные с их целями и задачами. Первая модель, характеризует институт в настоящее время (точка

А), с ее помощью важно провести анализ, выявить «провалы» в структуре института, которые создают блокировки в организации. Вторая модель (точка Б) представляет собой институт с измененной структурой, в ней сняты блокировки за счет перепроектирования.

Третий шаг – участникам предоставляется возможность отрефлексировать то, что они построили, детальнее рассмотреть свою модель, чтобы понять, что принесли им сделанные открытия, глубже посмотреть на исследуемый вопрос. Как правило, на этом этапе выясняется, что каждый участник сессии рассмотрел в модели института тот или иной аспект, отличный от других.

Четвертый шаг – участники сессии строят коллективную модель, вбирающую в себя индивидуальные модели в точках А и Б, что позволяет всесторонне исследовать действующий институт и разработать комплексный проект нового института.

В октябре 2016 года на занятии с группой ревизоров пути ОАО «РЖД» рассматривался институт взаимодействия предприятий путевого хозяйства (ПЧ) с предприятиями службы управления движением (Д) при производстве работ по текущему содержанию пути.

Выяснилось, что при производстве работ по текущему содержанию пути планируются «технологические окна» за 45 суток до начала работ. Время и продолжительность технологического окна согласовываются между ПЧ и Д. Продолжительность технологического окна определяется на основании перечня планируемых работ и технологических карт на выполнение каждой из них. Д на период технологического окна должны прекратить движение поездов по ремонтируемому участку пути. Однако при наступлении даты выполнения работ, Д в одностороннем порядке сокращают продолжительность технологического окна, что приводит к нарушению технологии выполнения работ или к неполному выполнению запланированного перечня работ по текущему содержанию пути. И то, и другое, приводит к дополнительным рискам, что вызывает оправданное беспокойство у ревизоров пути.

При анализе действующего института, ревизоры отметили, что Д как адресат института (I) не выполняет установленные правила (А), поскольку механизм санкций (S; G) по отношению к нему не применяется.

При проектировании изменений данного института ревизоры пути предложили ввести систему материальной ответственности Д за нарушение согласованных планов выполнения работ, формализовать механизм санкций в системе регламентов по взаимодействию структурных подразделений ОАО «РЖД».

Использование технологии LSP при анализе и проектировании институтов ОАО «РЖД» позволяет на экспертном уровне вырабатывать комплексные решения по изменению институциональной среды крупнейшей транспортной компании мира.

Список литературы

1. Норт Д. Институты, институциональные изменения и функционирование экономики. - М.: Фонд экономической книги «Начала». 1997. 180 с.
2. Институциональная экономика: Новая институциональная экономическая теория: Учебник / Коллектив авторов / Под ред. А.А. Аузана. – 2-е изд. – М.: ИНФРА-М. 2011. 447 с.
3. Per Kristiansen, Robert Rasmussen. Building a better business using the lego serious play method. – N.J.: Wiley. 2014. 245 p.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ЭЛАСТИЧНОГО СПРОСА НА ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ОТ ТОПОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СЕТИ ИЗ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ МАРШРУТОВ

Крылатов Александр Юрьевич – кандидат физико-математических наук, доцент

Шихова Ксения Александровна – студентка

Санкт-Петербургский государственный университет

Аннотация. Представлена модель распределение транспортного потока между районами прибытия-отправления с эластичным спросом на перемещение, поставлена и решена оптимизационная задача нахождения равновесного по Вардропу распределения транспортных потоков на сети, представленной в виде ориентированного графа с парой исток-сток в значении пары отправления-прибытия. Функция эластичного спроса задана в частном виде. В результате в явном виде найдены значения потоков по каждому маршруту и транспортный спрос между парой отправления-прибытия.

Ключевые слова: задача распределения, транспортные потоки, конкурентное равновесие, эластичный спрос.

ELASTIC DEMAND EVALUATION FOR A NETWORK OF PARALLEL ROUTES

Krylatov Aleksandr J. – PhD in Mathematics, docent

Shikhova Kseniya Al. – student

Saint-Petersburg State University

Abstract. Presents a model of the distribution of traffic between the areas of arrival-departure with elastic demand for movement. The optimization problem of finding the users equilibrium based on Wardrop's principles for the particular case of elastic demand function is defined and solved. As a result, the values of flows on routes and transport demand between the areas of arrival-departure is found in explicit form.

Keywords: traffic assignment problem, user equilibrium, elastic demand.

Проблемы анализа и моделирования транспортных процессов в крупных городах мира на сегодняшний день не требуют обоснования своей актуальности. Растущее количество автомобилей, масштабные заторы, большое количество дорожно-транспортных происшествий, нехватка парковочных мест, загрязнение воздуха, все это влияет на качество жизни горожан и не может оставаться без внимания властей.

Наиболее естественными подходами к решению подобных проблем чаще всего являются реорганизация дорожного движения и модернизация улично-дорожной сети. При этом, в виду ограниченности инфраструктурных мощностей любого города и непрекращающимся ростом количества участников дорожного движения, решение задач, связанных с управленческими решениями в области транспортного планирования, становятся все более нетривиальными. В связи с чем, возникает потребность в развитии методологических инструментов для развития интеллектуальных систем поддержки принятия решений в транспортной сфере [3,5].

Настоящая статья посвящена проблеме распределения транспортного потока между районами отправления-прибытия с эластичным спросом на перемещение. Рассмотрим транспортную сеть, представленную в виде ориентированного графа с одной парой исток-сток и n параллельными дугами между ними. Определим пару исток-сток, как пару отправления-

прибытия (ОП-пара), а параллельные дуги, как независимые маршруты между ОП-парой [1,2,4].

Введем несколько обозначений:

f_i - транспортный поток по маршруту i , ($i = \overline{1, n}$), $f = (f_1, f_2, \dots, f_n)$.

$\sum_{i=1}^n f_i = F$, где $F = g(t^*)$ - эластичный транспортный спрос между ОП-парой, зависящий от времени перемещения t^* .

В настоящей статье будем считать, что

$$g^{-1}(F) = \frac{1}{t^*}, \quad (1)$$

а время задержки по маршруту i ($i = \overline{1, n}$) будет иметь вид $t_i(f_i) = a_i + b_i f_i$.

Конкурентным равновесием на сети из параллельных маршрутов называется ситуация, при которой поток F так распределен по маршрутам $f_i^* = (f_1^*, f_2^*, \dots, f_n^*)$, что время передвижения между ОП-парой одинаково для каждой используемой дуги и меньше времени свободного движения по любой неиспользуемой дуге [1]:

$$t_i(f_i^*) \begin{cases} = t^* > 0, \text{ при } f_i^* > 0 \\ > t^*, \text{ при } f_i^* = 0. \end{cases}$$

Задачу поиска конкурентного равновесия по Вардропу на сети из параллельных маршрутов с эластичным спросом сформулируем в виде оптимизационной задачи [2]:

$$z(f^*, F^*) = \min_{f, F} z(f, F) = \min_{f, F} \left(\sum_{i=1}^n \int_0^{f_i} t_i(u) du - \int_0^F g^{-1}(u) du \right), \quad (2)$$

при ограничениях

$$\sum_{i=1}^n f_i = F \quad (3)$$

$$f_i \geq 0 \quad \forall i = \overline{1, n}. \quad (4)$$

Равновесное время передвижения t^* между ОП-парой является множителем Лагранжа для ограничения (3), оптимизационной задачи (2) - (4) [3]:

$$L = \sum_{i=1}^n \int_0^{f_i} t_i(u) du - \int_0^F \frac{1}{u} du + t^* \left(F - \sum_{i=1}^n f_i \right) + \sum_{i=1}^n \eta_i (-f_i),$$

где $\eta_i \geq 0$ $i = \overline{1, n}$ - множители Лагранжа для ограничений (4). Продифференцируем Лагранжиан по f_i $i = \overline{1, n}$ и F , приравняем полученные выражения к нулю и получим:

$$a_i + b_i f_i = t^* + \eta_i \quad i = \overline{1, n} \quad (5)$$

$$t^* = \frac{1}{F}. \quad (6)$$

Применяя условия Куна-Танкера и выражая f_i через t^* , имеем: $f_i = \left(\frac{t^*}{a_i} - 1 \right) \frac{a_i}{b_i}$. Тогда

$$f_i = \begin{cases} \left(\frac{t^*}{a_i} - 1 \right) \frac{a_i}{b_i}, & t^* > a_i \\ 0, & t^* \leq a_i \end{cases}, \quad (7)$$

Подставляем (7) и (1) в ограничение (3) и приходим к квадратному уравнению относительно $\frac{1}{t^*}$: $\left(\frac{1}{t^*} \right)^2 + \frac{1}{t^*} \sum_{i=1}^k \frac{a_i}{b_i} - \sum_{i=1}^k \frac{1}{b_i} = 0$, где k – количество используемых в конкурентном равновесии маршрутов. Отсюда находим время перемещения t^* в явном виде:

$$t^* = \frac{1}{-\sum_{i=1}^k \frac{a_i}{2b_i} + \sqrt{\frac{1}{4} \sum_{i=1}^k \left(\frac{a_i}{b_i} \right)^2 + \sum_{i=1}^k \frac{1}{b_i}}}. \quad (8)$$

Теперь можно подставить (8) в выражения (7), чтобы получить значение потоков на всех используемых маршрутах, более того можно получить значение спроса при заданной топологии сети:

$$F = \sqrt{\frac{1}{4} \sum_{i=1}^k \left(\frac{a_i}{b_i} \right)^2 + \sum_{i=1}^k \frac{1}{b_i}} - \sum_{i=1}^k \frac{a_i}{2b_i}.$$

При этом, множество используемых маршрутов состоит из маршрутов для которых выполняется:

$$a_i \leq \frac{1}{-\sum_{i=1}^k \frac{a_i}{2b_i} + \sqrt{\frac{1}{4} \sum_{i=1}^k \left(\frac{a_i}{b_i} \right)^2 + \sum_{i=1}^k \frac{1}{b_i}}},$$

его мощность равна $k \leq n$.

Таким образом, решена оптимизационная задача конкурентного равновесия по Вардропу на сети из параллельных маршрутов с эластичным спросом, в явном виде получены значения потоков на используемых маршрутах и значение спроса на перемещения в условиях заданной топологии транспортной сети.

Список литературы

1. Захаров В.В., Крылатов А.Ю. Конкуренентное равновесие Вардропа на транспортной сети из параллельных неоднородных маршрутов // Процессы управления и устойчивость. 2014. Т. 1. № 1. С. 476-481.
2. Захаров В.В., Крылатов А.Ю. Моделирование конкурентной маршрутизации экологически безопасных транспортных потоков на городской транспортной сети // Управление большими системами: сборник трудов. 2015. № 55. С. 185-223.
3. Захаров В.В., Крылатов А.Ю. Современные проблемы использования интеллектуальной базы математического моделирования при борьбе с заторами в крупных городах России // Транспорт Российской Федерации. 2014. № 4 (53). С. 69-73.
4. Крылатов А.Ю., Раевская А.П. Оптимальное расположение датчиков на транспортной сети для оценки матрицы корреспонденций // Процессы управления и устойчивость. 2015. Т. 2. № 1. С. 629-634.
5. Patriksson M. The Traffic Assignment Problem: Models and Methods. Utrecht, Netherlands: VSP. 1994. 223 p.

УДК 502.3:625+629

ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ И ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Внукова Наталия Владимировна – доктор технических наук, профессор

Желновач Анна Николаевна – кандидат технических наук, доцент

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Украина, г. Харьков

Аксенов Владимир Алексеевич – доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой техносферной безопасности ФГБОУ ВО Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II

Аннотация. Рассмотрены основные подходы к оценке экологичности. Рассмотрен опыт оценки экологичности транспортных средств и объектов транспортной инфраструктуры как в историческом аспекте, так и на современном этапе. Обоснована необходимость применения подобной оценки для повышения уровня экологической безопасности транспортной инфраструктуры.

Ключевые слова: экологичность, транспортные средства, объект транспортной инфраструктуры, «зеленые» стандарты, «зеленый» транспорт.

CREATING A SYSTEM OF VEHICLES AND TRANSPORT INFRASTRUCTURE ECOLOGICAL COMPATIBILITY EVALUATING

Vnukova Natalia V. – Doctor of Technical Sciences, Professor,

Zhelnovach Anna N. – PhD in Tech., associated Professor

Kharkov National Automobile and Highway University, Ukraine

Aksenov Vladimir A. – Doctor of Technical Sciences, Head of the Department Technosphere safety Moscow State University of Railway Engineering

Abstract. Deals with the main approaches to ecological compatibility assessment. The experience of vehicles and transport infrastructure ecological compatibility evaluating was considered, both in the historical aspect, and at the present stage. The necessity of the use of such assessment to improve the environmental safety of the transport infrastructure was substantiated.

Keywords: ecological compatibility, vehicles, transport infrastructure, «green» standards, «green» vehicles.

Оценка экологичности представляет собой внутреннюю корпоративную процедуру, которая может обеспечивать различные уровни управления надежной, объективной и проверенной информации, помогает руководителю сосредоточить внимание на тенденциях изменения характеристик экологичности и причинах таких изменений. Такая оценка основывается на непрерывном сборе, обработке и анализе данных, учитывает как оценку визуального состояния, так и оценку тенденций изменений этого состояния во времени. Оценка экологичности предполагает учет всей деятельности корпорации от использования ресурсов, реализации технологических процессов, продукции, наличия отходов, а также учет деятельности предоставленных «послеуслуг».

Оценку характеристик экологичности рекомендуется внедрять в соответствии с международным стандартом ISO 14031:2013 «Экологический менеджмент. Оценивание экологической эффективности. Руководящие указания». Внедрение может начинаться с оценки воздействия на окружающую среду отдельных рабочих объектов (технологий), находящихся под прямым контролем персонала, постепенно расширяя сферу оценки характеристик экологичности и учитывая все сложные процессы. Это способствует добровольному использованию оценки характеристик экологичности всеми предприятиями независимо от их типа, размеров, местоположения и сложности помогает разработать корпоративные стандарты оценки характеристик экологичности, соответствующие собственным потребностям [1,2].

Оценка характеристик экологичности является инструментальным средством управления качеством окружающей среды, основанным на корпоративных критериях. Это средство реализуется в рамках создания систем корпоративного экологического управления, способствуя достижению целей и задач корпоративной экологической политики.

Если говорить о транспорте, который в настоящее время входит в перечень наиболее существенных источников воздействия на окружающую среду, то актуальной задачей является повышение его экологичности в целом.

Экологизация транспорта началась с конца 80-х г. XX в., когда в 1988 г. был впервые разработан и внедрен в Европе «зеленый» стандарт для транспортных средств. Это был стандарт Евро-0, который регламентировал наличие в отработанных газах бензиновых двигателей оксида углерода, углеводородов, оксидов азота. На данный момент действует стандарт Евро-6 для транспортных средств, который регламентирует на более высоком уровне состав отработанных газов как бензиновых, так и дизельных двигателей [2].

Разработка «зеленых» стандартов в строительстве началась с 90-х годов XX вв. Они появились в 1990 г. в Великобритании с введением компанией BRE Global системы стандартизации BREEAM (BRE Environmental Assessment Method), согласно которой здание оценивается по 9 критериям: управление, энергия, здоровье и благополучие, транспорт, наличие мусора, материалы, землепользование и экология, загрязнения.

На сегодняшний день существуют тридцать две национальные системы стандартов в двадцати четырёх странах. Проведенный анализ отдельных национальных систем стандартов «зеленого» строительства указывает на то, что только в двух из них в качестве одного из критериев экологичности используется транспорт [3].

Если говорить конкретно о транспортной инфраструктуре, то для оценки ее экологичности разработаны и эффективно функционируют несколько «зеленых» стандартов. Одним из таких стандартов является «Greenroads», который был разработан и внедрен в 2010 г. В США. Данный стандарт использует семь ценностей устойчивости, согласно которым и проводится рейтинговая оценка: экология; средства; экономика; степень воздействия; уровень ожиданий; опыт; экспозиция.

В Российской Федерации экологизация транспортной инфраструктуры осуществляется в соответствии с «Зеленым стандартом государственной компании «Автодор», принятый в

2013 г. Критериями этого стандарта являются: системы экологического менеджмента и менеджмента качества; рациональное природопользование и ландшафтное обустройство; инфраструктурные и конструкторские решения; материало- и энергосбережение; качество и комфорт среды обитания; обеспечение безопасности. Экологичность транспортных средств в Российской Федерации регламентируется стандартом Евро-5 (введен в действие с 1 января 2016 г.) [4].

Таким образом, анализ процессов формирования системы оценки транспортных средств и транспортной инфраструктуры как в Российской Федерации, так и в Европе и США свидетельствует о том, что современная ситуация требует скорейшей адаптации отдельных подходов к «зеленым стандартам» всех стран, претендующих на эффективное управление качеством окружающей среды при одновременном развитии транспортной инфраструктуры. Особую актуальность эти процессы приобретают в свете адаптации экологического законодательства Украины к общемировым требованиям в свете подготовки к принятию Законов Украины «О стратегической экологической оценке» и «Об оценке воздействия на окружающую среду», которые будут включать, в том числе, подобные оценки.

Список литературы

1. Экологический менеджмент. Оценка экологической эффективности. Руководящие указания (ISO 14031: 2013): ГОСТ Р ИСО 14031: 2013. Действующий с 2013-08-01. М.: Госпотребстандарт. 2013. 38 с.
2. Екологічне управління : підручник / В.Я. Шевчук, Ю.М. Саталкін, В.М. Навроцький та інш. – К. : Либідь. 2004. 232 с.
3. Евростандарты // электронный ресурс. – Режим доступа – http://turbolider.com.ua/teh-centr/poleznaaya_informaciya/evro-standarty. – Название с экрана.
4. Международные «зеленые» стандарты // электронный ресурс. – Режим доступа – <http://www.greenstand.ru/greenstand/international.html>. – Название с экрана.
5. Зеленый стандарт Государственной компании «Автодор»: СТО Автодор 7.1-2013. – М. Государственная компания «Автомобильные дороги». 2013. 61 с.
6. Аксенов В.А., Овечкина Ж.В., Юдаева О.С. // Вопросы экологической сертификации на железнодорожном транспорте // Производственное издание, брошюра, «Издательско-полиграфический центр ФГУП ВНИИЖТ – ООО Фирма «РЕИНФОР»». М. 2011. 38 с.

УДК 621.396

КОГНИТИВНЫЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ РАДИОЧАСТОТНЫМ СПЕКТРОМ СЕТИ РАДИОСВЯЗИ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

Саид Моджиб Абдулхаким Саиф – кандидат технических наук, профессор Йеменского национального университета, Йемен

Михалев Олег Александрович – кандидат технических наук

Сорокин Константин Николаевич – адъюнкт

Военная академия связи им. маршала Советского Союза С.М.Буденного

Аннотация. Рассмотрен когнитивный подход к решению задачи управления радиочастотным спектром в сети радиодоступа на основе нечеткой логики.

Ключевые слова: когнитивная радиосистема, нечеткая логика, радиочастотный спектр, сеть радиодоступа, радиоэлектронная обстановка, выбор частот.

COGNITIVE RADIO NETWORK FOR INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS

Said Modzhib Abdulkhakim Saif – PhD, Professor of The Yemen National University, Yemen
Mikhalev Oleg A. – PhD

Sorokin Konstantin N. – post-graduate student

Military academy of communication of Marshall of the Soviet Union S. M. Budenny

Abstract. Deals with the cognitive approach to the spectrum management tasks based on fuzzy logic.

Key words: cognitive radio, fuzzy logic, the radio frequency spectrum, radio access network, electronic environment, choice of frequencies.

Преимущества сетей беспроводного доступа и интенсивное развитие средств и комплексов радиосвязи способствовало их широкому распространению, что привело к повышению загруженности радиочастотного спектра. Данное обстоятельство привело к обсуждению возможности вторичного использования спектра, что возможно благодаря эпизодичности работы многих радиосетей, когда до 90% времени средства радиосвязи работают только в режиме приема. Вторичное использование спектра тем более реализуемо на основе концепции умного радио или когнитивных радиосистем – CRS.

Системы когнитивного радио (CRS) – это радиосистема, использующая технологию, позволяющую этой системе получать знания о своей среде эксплуатации и географической среде, об установленных правилах и о своем внутреннем состоянии; динамически и автономно корректировать свои эксплуатационные параметры и протоколы, согласно полученным знаниям, для достижения заранее поставленных целей; и учиться на основе полученных результатов [1].

В соответствии с концепцией CRS, вторичное использование спектра реализуемо при непрерывном мониторинге радиоэлектронной обстановки в точках размещения радиосредств с целью выявления свободных частотных каналов. При этом необходимо наличие данных о режимах работы, точках размещения и зон покрытия радиосетей первичных пользователей. Важность последнего требования обуславливается необходимостью обеспечения ЭМС с первичными пользователями выделенных частот (диапазонов частот). Подобным образом функционируют сети связи стандарта IEEE 802.22, выявляя свободные частотные каналы и адаптируя параметры передающего и приемного устройства аналогично стандарту LTE для достижения максимальной эффективности использования радиочастотного спектра [2,3].

Несмотря на то, что стандарт IEEE 802.22 бы принят в 2011 году, на настоящий момент осуществлено развертывание всего нескольких таких сетей к тому же имеющих ограниченные когнитивные возможности, что обусловлено несовершенством алгоритмов обработки информации и большим количеством факторов, влияющих на обеспечение связи, для учета которых требуются значительные вычислительные мощности.

На настоящий момент в абсолютном большинстве случаев назначение рабочих частот и диапазонов, режимов работы радиосредств осуществляется на этапе планирования. Недостатком планирования является невозможность с абсолютной точностью предсказать условия функционирования сетей радиосвязи, в частности радиоэлектронную обстановку в районе размещения радиосредств, динамику ее изменения, поведение среды распространения радиоволн. Дополнительным фактором, усложняющим задачу планирования, является неполнота информации о радиоэлектронной обстановке в районах размещения радиосредств. Применение различных моделей среды распространения, геоинформационных технологий, призванных повысить точность прогнозирования РЭО, имеется ряд факторов, учесть влияние которых достаточно сложно. К таким факторам можно отнести изменение структуры сети по причине мобильности абонентов (особенно в mesh-сетях), влияние погодных условий на

распространение радиоволн, наращивание сетей связи или развертывание дополнительных сетей в интересах министерств, ведомств, органов управления и т.д. Данные обстоятельства приводят к динамичному изменению РЭО, что может повлечь за собой нарушение связи вплоть до ее отсутствия.

Имеется ряд способов решения данной проблемы:

- назначение запасных и резервных частот;
- распределение участков частотного диапазона для средств связи различной принадлежности;
- применение помехоустойчивых сигнально-кодовых конструкций (СКК);
- применение механизмов адаптации по СКК, частоте, мощности.

Применение когнитивного подхода к процессу адаптивного управления ресурсами радиосетей позволит сократить объем работ, выполняемых на этапе планирования, поскольку сама концепция CRS предполагает изменение эксплуатационных параметров по результатам обработки эмпирических данных РЭО в процессе эксплуатации (уже в точках развертывания радиосредств). В данной статье рассматривается когнитивное управление радиочастотным спектром на основе нечеткой логики.

Обобщенная методика формирования перечня рабочих частот сети радиодоступа Исходные данные.

Пусть имеется сеть радиодоступа, состоящая из базовой станции (БС) и $(N - 1)$ -го количества абонентских терминалов ($AC_1..AC_{N-1}$), топологическая модель сети представлена на рисунок 1. Перечень рабочих частот (или частотный диапазон), выделенный для функционирования данной сети $D_f = \{f_1, ..f_I\}$. Все станции сети используют для работы одну из частот указанного диапазона, разделение каналов приема и передачи – временное.

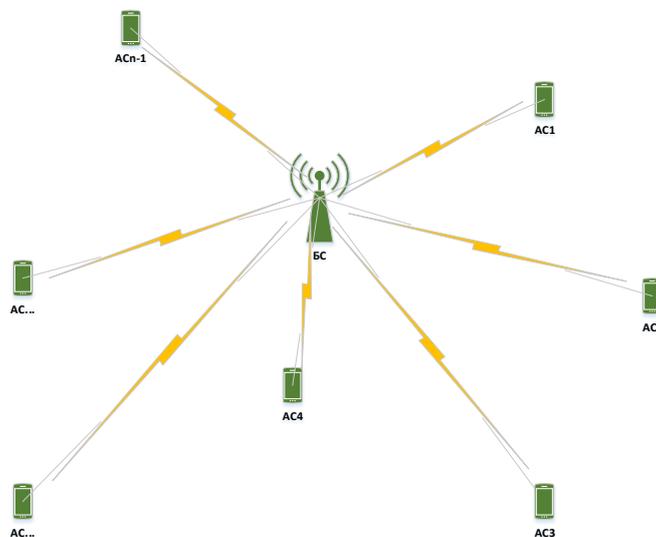


Рисунок 1 – Сеть радиодоступа

Постановка задачи.

Разработать методику выбора наилучших рабочих частот, исходя из данных о радиоэлектронной обстановке в точках размещения узлов сети.

Ограничения.

Пропускная способность канала связи определяется выбором сигнально-кодовой конструкции и далее не рассматривается, поскольку управление частотами предполагается осуществлять исходя из данных РЭО.

Шаг сетки частот, определяющий количество частотных каналов предусматривает наличие минимально необходимого частотного разнеса между соседними каналами для обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС).

Тракты приема и передачи идеальные, а канал связи представляет собой канал с аддитивным белым гауссовским шумом (АБГШ) или Гауссовский канал, то есть [4,5]:

$$s'(t) = s(t) + n(t), \quad (1)$$

где $s(t)$ – исходный сигнал (без учета ослабления), $n(t)$ – АБГШ, $s'(t)$ – принимаемый сигнал.

АБГШ представляет собой случайный процесс, следовательно, как всякий случайный процесс характеризуется функцией распределения, математическим ожиданием (МО) и среднеквадратическим отклонением (СКО) [6,7].

Решение.

Учитывая равномерное распределение спектра АБГШ, можно считать, что и МО уровня шума и его СКО во всем диапазоне частот, выделенных для работы сети доступа будут одинаковы.

С учетом того, что условия размещения абонентских станций и базовой станции различаются, предполагается что РЭО в точках их размещения так же различна. Данное обстоятельство обуславливается возможным наличием помех различного происхождения, интенсивность которых зависит от различных факторов (электромагнитная доступность источника помех, особенности распространения радиоволн определенного диапазона в среде и т.д.).

При условии аддитивности присутствующей помехи, формула (1) принимает вид:

$$s'(t) = s(t) + n(t) + n_n(t) = s(t) + n_{un}(t), \quad (2)$$

где $n_n(t)$ – помеха, а $n_{un}(t)$ – суммарный сигнал АБГШ и помехи.

Поскольку отношение сигнал/шум в общем виде определяется как [1][2]:

$$SNR = \frac{P_c}{(P_u + P_n)}, \quad (3)$$

а мощность сигнала на входе приемника считаем постоянной, то увеличение SNR достигается подбором оптимальной частоты со сниженным уровнем шума и помехи.

Несомненно, что присутствие дополнительного источника помех, а также любые изменения РЭО приводят к изменению анализируемых числовых характеристик. Следовательно, РЭО на i -ом частотном канале в точке размещения АС и БС может быть описана через числовые характеристики МО и СКО уровня шума.

Полагаем, что измерение уровня шума, происходит не непрерывно, а отсчетами через равные промежутки времени, такие что

$$T = Jt_o, \quad (4)$$

где T – период наблюдения, t_o – время между отсчетами, а J – количество отсчетов для оценки характеристик случайной величины. Следовательно, МО уровня шума в i -м канале может быть вычислено как среднее его значение:

$$M_{P_{un}i} = \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J P_{un i, j} \quad (5)$$

где $P_{un i, j}$ – уровень шума и помехи (далее – помехи), измеренная в j -й отсчет времени в i -м канале.

При достаточно большом значении J , согласно закону больших чисел, оценка МО уровня помехи состоятельна [6,7].

Характеризующие диапазон изменения случайной величины СКО, при указанных выше условиях вычисляется как:

$$\sigma_{P_{un}i} = \sqrt{\left(M_{P_{un}^2 i} - (M_{P_{un}i})^2 \right)}, \quad (6)$$

$$M_{P_{un}^2 i} = \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J P_{un i, j}^2. \quad (7)$$

Исходя из различия РЭО в точках размещения базовой и абонентских станций, возможно осуществить выбор наилучших частот приема для всех радиосредств из предоставленного множества частот $D_f = \{f_1, \dots, f_I\}$ по критерию минимума характеристик помехи.

Методика формирования перечня рабочих частот для сети радиодоступа исходя из вышеизложенного заключается в следующем;

1) в процессе функционирования, каждая АС и БС осуществляют сбор первичных статистических данных о РЭО в точке приема на частотах $D_f = \{f_1, \dots, f_I\}$ с цикловой периодичностью T . Первичные статистические данные для каждой n -ой точки контроля РЭО представляют собой матрицу $[P_{i,j}]_n$ размерностью $I \times J$, где I – количество частотных каналов, J – количество временных отсчетов, n – номер точки контроля (АС или БС). Ячейки матрицы заполняются измеренными значениями уровня помехи. Мониторинг РЭО осуществляется непрерывно за счет цикличности перезаписи данных в матрице. Тем самым достигается актуальность данных и непрерывность анализа;

2) после первого заполнения всех ячеек матрицы первичных данных (а затем с заданной периодичностью или по требованию), выполняется расчет МО и СКО уровня мощности помехи в каждом канале согласно формул (5) и (6), на основании чего каждая АС и БС формируют две вектор-строки вида:

$$\vec{M}_{P_{un}n} = [M_{P_{un}i}]_n, \quad (8)$$

$$\vec{\sigma}_{P_{un}n} = [\sigma_{P_{un}i}]_n, \quad (9)$$

где n – номер АС (или БС), i – номер частотного канала;

3) сформированные вектор-строки передаются в конце каждого цикла анализа (по каналу управления) на базовую станцию, где формируется две матрицы данных РЭО вида $N \times I$:

$$M_{P_{un}} = [M_{P_{un}n,i}], \quad (10)$$

$$\sigma_{P_{un}} = [\sigma_{P_{un}n,i}], \quad (11)$$

так же обновляемые по мере поступления данных от АС;

4) далее по результатам обработки данных из обеих матриц формируется матрица РЭО вида $N \times I$:

$$R_f = [R_{f_{n,i}}], \quad (12)$$

где значения ячеек соответствуют весовым коэффициентам частотных каналов (их рейтингу). При этом формирование коэффициентов осуществляется для каждого элемента матрицы отдельно, на основе применения аппарата нечеткой логики. Методика определения весовых коэффициентов рассмотрена ниже;

5) над полученной матрицей весовых коэффициентов проводится операция свертки по строкам (абонентам сети) исходя из критерия минимума весового коэффициента для каждого частотного канала (присвоение минимальных весовых коэффициентов частотным каналам по всей сети), в результате чего формируется вектор-строка весовых коэффициентов частотных каналов:

$$\vec{R}_f = [\min_{i \in I} [R_{n,i}]] = [R_{f_i}]. \quad (13)$$

Сформированная вектор-строка рассылается всем абонентам для формирования перечня запасных частот;

б) по результатам анализа полученной вектор-строки по критерию максимума весового коэффициента определяется наилучший для обеспечения связи частотный канал:

$$f_{im} = f_i, \quad (14)$$

где i – соответствует номеру частотного канала с максимальным весовым коэффициентом, т.е.:

$$f_i \sim \max [R_{f_i}]. \quad (15)$$

7) переход на запасной частотный канал осуществляется автоматически по команде базовой станции при ухудшении качества канала связи или невозможности обеспечения связи с заданным качеством на текущем канале.

Методика формирования матрицы весовых коэффициентов

Для принятия решения о присвоении весовых коэффициентов воспользуемся наиболее распространенной схемой нечеткого вывода согласно модифицированного метода Мамдани, описанного в научной литературе [9,10].

Две исходных характеристики частотного канала – МО и СКО примем как входные переменные, а выходной переменной будет являться весовой коэффициент (рейтинг) частотного канала. Таким образом, формируется схема MISO – Multiply Input – Single Output (множественный вход – единичный выход).

В общем виде структура модели нечеткой системы принятия решения с двумя входами и одним выходом может быть представлена следующим образом (Рисунок 2) [10]:



Рисунок 2 – Структура модели нечеткой системы принятия решения

где x_1^*, x_2^*, y^* - численные значения входных x_1, x_2 и выходной y переменных, $\mu_{A_i}(x_1^*), \mu_{B_j}(x_2^*)$ - численные значения функций принадлежности термов входных переменных, $\mu_{рез}(y)$ - функция принадлежности выходной переменной.

Как видно из структуры, принятие решения осуществляется за несколько последовательных операций.

Первая операция – «фаззификация» (вычисление степеней принадлежности) – сопоставление базовых (численных) значений переменных их нечеткому виду (логическим переменным, или термам) посредством функций принадлежности, определяющих степень соответствия базовых значений соответствующим термам [11].

Количество термов для входных и выходной переменных определяются исходя из удобства формирования правил нечеткого вывода (простота и компактность записи), а также необходимой точности вычислений. Повышение количества термов приводит к увеличению точности определения, но вместе с тем сложность описания правил нечеткого выбора возрастает лавинообразно. В большинстве случаев достаточно 3-7 термов для входных переменных. Количество термов выходных переменных выбирается с учетом необходимого количества лингвистических переменных для описания всех сочетаний входных условий при формировании правил нечеткого вывода [9-12].

В простейшем случае функции принадлежности задаются как прямоугольные, что позволяет минимизировать количество настроечных параметров системы (для задания функций принадлежности) и тем самым упростить настройку системы [10]. Функции принадлежности могут быть описаны как графически, так и аналитически. Области значений для всех нормированных функций принадлежности лежат в пределах $[0;1]$, где «0» – означает полное несоответствие, а «1» – полное соответствие базового значения соответствующему терму [11].

В данном случае для входных переменных рационально использовать два терма, отражающих крайние оценки базовой величины, поскольку определение промежуточных значений субъективно. Для формирования выходных данных требуется три терма, что обусловлено количеством сочетаний входных переменных (четыре сочетания), при наличии два крайних сочетаний и два промежуточных, что будет указано далее.

В данном случае $[M_{P_{mn} n,i}]$ и $[\sigma_{P_{mn} n,i}]$ определяются как матрицы входных переменных, которые переводятся в нечеткий вид по следующему правилу:

$$B_{M_p n,i} = \left\{ M_{P_{mn} n,i}, \left[\min([M_{P_{mn} n,i}]); \max([M_{P_{mn} n,i}]) \right] \right\}, \quad (16)$$

$$F_{M_p} = \{ \text{Низкое, Высокое} \}, \quad (17)$$

где:

$B_{M_p n,i}$ – базовые значения переменной $M_{P_{mn} n,i}$, лежащие в диапазоне от минимального до максимального согласно значений элементов входной матрицы $[M_{P_{mn} n,i}]$;

F_{M_p} – нечеткое значение (термы) переменной, имеющее лингвистические значения «низкое» (Н), «высокое» (В).

Функция принадлежности $\mu_{M_p}(B_{M_p n,i}, F_{M_p})$, отражающая степень соответствия базового значения ее термам описывается как:

$$\mu_{M_p}(B_{M_p n,i}, F_{M_p}) = \begin{cases} \mu_{M_p}(B_{M_p n,i}, H), & \text{при } F_{M_p} = H; \\ \mu_{M_p}(B_{M_p n,i}, B), & \text{при } F_{M_p} = B. \end{cases}, \quad (18)$$

$$\mu_{M_p}(B_{M_p n,i}, H) = \left(\frac{B_{M_p n,i} - \max([M_{P_{\min} n,i}])}{\min([M_{P_{\min} n,i}]) - \max([M_{P_{\min} n,i}])} \right), \quad (19)$$

$$\mu_{M_p}(B_{M_p n,i}, B) = \left(\frac{B_{M_p n,i} - \min([M_{P_{\min} n,i}])}{\max([M_{P_{\min} n,i}]) - \min([M_{P_{\min} n,i}])} \right). \quad (20)$$

Графически функции принадлежности представлены на рисунок 3.

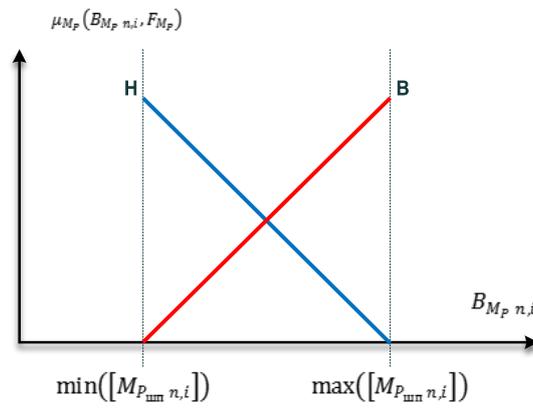


Рисунок 3 – Функции принадлежности $\mu_{M_p}(B_{M_p n,i}, F_{M_p})$ в графическом представлении.

Аналогично для $[\sigma_{P_{\min} n,i}]$:

$$B_{\sigma_p n,i} = \left\{ \sigma_{P_{\min} n,i}, \left[0; \max([\sigma_{P_{\min} n,i}]) \right] \right\}, \quad (21)$$

$$F_{\sigma_p} = \{ \text{Низкое, Высокое} \}, \quad (22)$$

где:

$B_{\sigma_p n,i}$ – базовые значения переменной $\sigma_{P_{\min} n,i}$, лежащие в диапазоне от 0 до максимального согласно значений элементов входной матрицы $[\sigma_{P_{\min} n,i}]$;

F_{σ_p} – нечеткое значение (термы) переменной, имеющие лингвистические значения «низкое» (H), «высокое» (B).

$$\mu_{\sigma_p}(B_{\sigma_p n,i}, F_{\sigma_p}) = \begin{cases} \mu_{\sigma_p n,i}(B_{\sigma_p n,i}, H), & \text{при } F_{\sigma_p} = H; \\ \mu_{\sigma_p n,i}(B_{\sigma_p n,i}, B), & \text{при } F_{\sigma_p} = B \end{cases}, \quad (23)$$

$$\mu_{\sigma_p n,i}(B_{\sigma_p n,i}, H) = \left(\frac{B_{\sigma_p n,i} - \max([\sigma_{p_{\text{um}} n,i}])}{-\max([\sigma_{p_{\text{um}} n,i}])} \right), \quad (24)$$

$$\mu_{\sigma_p n,i}(B_{\sigma_p n,i}, B) = \left(\frac{B_{\sigma_p n,i}}{\max([\sigma_{p_{\text{um}} n,i}])} \right). \quad (25)$$

Графически функции принадлежности представлены на рисунок 4.

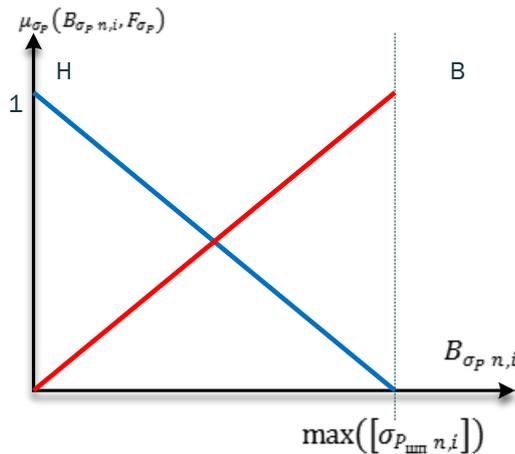


Рисунок 4 – Функции принадлежности $\mu_{\sigma_p}(B_{\sigma_p n,i}, F_{\sigma_p n,i})$ в графическом представлении

Для матрицы выходных значений (результатов) $[R_{f n,i}]$ так же необходимо определить базовое и нечеткое значения и функция принадлежности, при этом базовое значение лежит в диапазоне $[0;1]$ и отражает весовой коэффициент оцениваемого i -го частотного канала в n -ой точке контроля:

$$B_{R_f n,i} = \{R_{f n,i}, [0;1]\}, \quad (26)$$

$$F_{R_f} = \{\text{Плохой}, \text{Средний}, \text{Хороший}\}, \quad (27)$$

где:

$B_{R_f n,i}$ – базовые значения весового коэффициента частотного канала – переменная $R_{f n,i}$;

F_{R_f} – нечеткое значение (термы) переменной, имеющие лингвистические значения «плохой» (П), «Средний» (С), «хороший» (Х).

$$\mu_{R_f}(B_{R_f n,i}, F_{R_f}) = \begin{cases} \mu_{R_f n,i}(B_{R_f n,i}, П), \text{ при } F_{R_f} = П; \\ \mu_{R_f n,i}(B_{R_f n,i}, С), \text{ при } F_{R_f} = С; \\ \mu_{R_f n,i}(B_{R_f n,i}, Х), \text{ при } F_{R_f} = Х. \end{cases} \quad (28)$$

$$\mu_{R_f}(B_{R_f n.i}, \Pi) = \begin{cases} (1 - 2B_{R_f n.i}), \text{ при } B_{R_f n.i} \leq 0,5; \\ 0, \text{ при } 0,5 < B_{R_f n.i}. \end{cases}, \quad (29)$$

$$\mu_{R_f}(B_{R_f n.i}, C) = \begin{cases} 2B_{R_f n.i}, \text{ при } B_{R_f n.i} \leq 0,5; \\ 2(1 - B_{R_f n.i}), \text{ при } 0,5 < B_{R_f n.i}. \end{cases}, \quad (30)$$

$$\mu_{R_f}(B_{R_f n.i}, X) = \begin{cases} 0, \text{ при } B_{R_f n.i} \leq 0,5; \\ 2(B_{R_f n.i} - 0,5). \end{cases}. \quad (31)$$

Графически функции принадлежности представлены на рисунок 5.

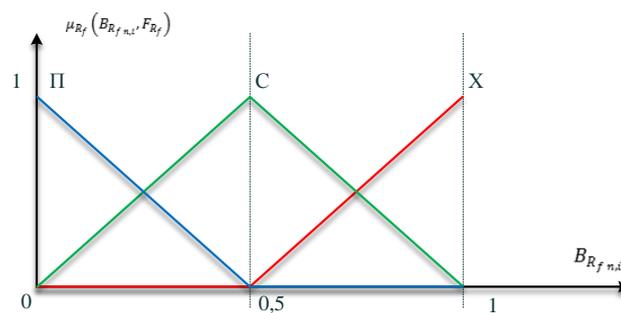


Рисунок 5 – Функции принадлежности $\mu_{R_f}(B_{R_f n.i}, F_{R_f})$ в графическом представлении

Вторая операция – формирование нечеткого вывода проводится в несколько этапов.

Основа для проведения – правила нечеткого вывода, используемые для сопоставления сочетаний функций принадлежности входных переменных функции принадлежности выходной переменной, что удобно представлять в виде таблицы по принципу «условие-следствие» («если-то»), при этом сочетание входных условий в данном случае определяется оператором пересечения «И» (таблица 1).

Таблица 1 – Правила нечеткого вывода

$\mu_{R_f}(B_{R_f n.i}, F_{R_f})$		$\mu_{\sigma_p}(B_{\sigma_p n.i}, F_{\sigma_p})$	
		Н	В
$\mu_{M_p}(B_{M_p n.i}, F_{M_p})$	Н	Х	С
	В	С	П

Аналитически в общем виде формирование правил нечеткого вывода может быть записано как:

$$\mu_{\sigma_p}(B_{\sigma_p n.i}, F_{\sigma_p}) \cap \mu_{M_p}(B_{M_p n.i}, F_{M_p}) = \mu_{R_f}(B_{R_f n.i}, F_{R_f}). \quad (32)$$

Первый этап – вычисление степеней принадлежности для каждого правила нечеткого вывода (степень выполнения условия). В данном случае используется оператор пересечения (или t -норма) – одновременное выполнение два входных условий, в качестве которого используется имеющий среднюю степень оптимизма оператор умножения «PROD» (достойн-

ством которого является учет значений всех степеней принадлежности термов входных переменных) [10]:

$$\mu_{R_f n,i}(B_{R_f n,i}, X) = \mu_{M_p n,i}(B_{M_p n,i}, H) \cdot \mu_{\sigma_p n,i}(B_{\sigma_p n,i}, H), \quad (33)$$

$$\begin{cases} \mu_{R_f n,i}(B_{R_f n,i}, C)_1 = \mu_{M_p n,i}(B_{M_p n,i}, H) \cdot \mu_{\sigma_p n,i}(B_{\sigma_p n,i}, B); \\ \mu_{R_f n,i}(B_{R_f n,i}, C)_2 = \mu_{M_p n,i}(B_{M_p n,i}, B) \cdot \mu_{\sigma_p n,i}(B_{\sigma_p n,i}, H). \end{cases}, \quad (34)$$

$$\mu_{R_f n,i}(B_{R_f n,i}, \Pi) = \mu_{M_p n,i}(B_{M_p n,i}, B) \cdot \mu_{\sigma_p n,i}(B_{\sigma_p n,i}, B). \quad (35)$$

Второй этап – нахождение значений функций принадлежности правила при наличии альтернативных входных условий (как в (34)), осуществляется с применением s -нормы, в качестве которой выступает оператор $\max(\)$:

$$\mu_{R_f}(B_{R_f n,i}, C) = \max(\mu_{R_f}(B_{R_f n,i}, C)_1, \mu_{R_f}(B_{R_f n,i}, C)_2). \quad (36)$$

Третий этап – нахождение результирующей функции принадлежности, выполняется с помощью применения s -нормы к усеченным функциям принадлежности термов выходной переменной (ограниченным их вычисленными значениями):

$$\begin{aligned} \mu_{R_f}^*(B_{R_f n,i}) &= \\ &= \mu_{R_f}^*(B_{R_f n,i}, X) \cup \mu_{R_f}^*(B_{R_f n,i}, C) \cup \mu_{R_f}^*(B_{R_f n,i}, \Pi), \end{aligned} \quad (37)$$

где $\mu_{R_f}^*(B_{R_f n,i})$ – обобщенная итоговая функция принадлежности, символом «*» обозначена усеченная функция.

Третья операция – дефаззификация. Для процедуры «дефаззификации» – приведения из нечеткого вида к численному значению весовых коэффициентов, используется метод центра тяжести (Компенсировать недостаток данного метода – сужение интервала дефаззификации – нет необходимости, поскольку требуется получить относительные оценочные значение рейтинга каналов), как учитывающий значения всех активизированных выходных функций принадлежности (отличных от нуля) [12]. Вычисления проводятся по формуле вида [10]:

$$y^* = \frac{\int y \mu_{pez}(y) dy}{\int \mu_{pez}(y) dy}. \quad (38)$$

Или, учитывая (37) и область определения $\mu_{R_f}(B_{R_f n,i}) [0;1]$:

$$R_{f n,i} = \frac{\int_0^1 (B_{R_f n,i} \cdot \mu_{R_f}^*(B_{R_f n,i})) d(B_{R_f n,i})}{\int_0^1 (\mu_{R_f}^*(B_{R_f n,i})) d(B_{R_f n,i})}, \quad (39)$$

где $R_{f n,i}$ – численное значение весового коэффициента i -го частотного канала для n -ой точки измерения.

Пример решения

Имеется сеть доступа, состоящая из одной базовой и шести абонентских станций (всего $N = 7$ точек размещения), работающих на общей частоте f_1 .

Для обеспечения связи выделена группа частот $\{f_1..f_7\}$ (всего $I = 7$ частот).

По результатам измерения РЭО сформированы обобщенные матрицы МО и СКО размерности $N \times I$:

$$M_{P_{\text{um}}} = \begin{bmatrix} -93 & -88 & -102 & -88 & -95 & -99 & -100 \\ -87 & -89 & -100 & -98 & -97 & -98 & -94 \\ -95 & -85 & -89 & -95 & -92 & -99 & -97 \\ -90 & -90 & -93 & -93 & -91 & -97 & -92 \\ -102 & -97 & -97 & -99 & -88 & -102 & -101 \\ -100 & -91 & -90 & -101 & -100 & -88 & -99 \\ -91 & -94 & -98 & -94 & -85 & -82 & -86 \end{bmatrix} \text{дБм}, \quad (40)$$

$$\sigma_{P_{\text{um}}} = \begin{bmatrix} 4,9 & 8,4 & 7,7 & 5,4 & 7,8 & 2,5 & 3,9 \\ 5,2 & 3,3 & 6,4 & 5,8 & 9,1 & 4,1 & 4,7 \\ 2,2 & 1,6 & 2,9 & 4,3 & 5,7 & 6,4 & 5,1 \\ 9 & 3,8 & 2,2 & 2,9 & 3,6 & 3,9 & 2,6 \\ 3,1 & 6,1 & 8,4 & 7,7 & 2,8 & 5,7 & 1,9 \\ 6,2 & 4,4 & 9,1 & 2,4 & 7,1 & 8,3 & 9 \\ 2,8 & 5,7 & 5,1 & 6,3 & 6,2 & 7,1 & 4,8 \end{bmatrix} \text{дБм}. \quad (41)$$

Требуется:

определить весовые коэффициенты частотных каналов и выбрать наилучший для обеспечения связи в сети доступа.

Решение:

для проведения процедуры дефаззификации необходимо определить базовые и нечеткие значения переменных. Диапазон базовых значений входных переменных определяется исходя из значений элементов матриц входных переменных (40) и (41):

$$B_{M_p n,i} = \left\{ M_{P_{\text{um}} n,i}, \left[\min \left(\left[M_{P_{\text{um}} n,i} \right] \right); \max \left(\left[M_{P_{\text{um}} n,i} \right] \right) \right] \right\} = \\ = \left\{ M_{P_{\text{um}} n,i}, [-102; -82] \right\} \text{дБм} \quad (42)$$

$$F_{M_p n,i} = \{ \text{Низкое, Высокое} \}, \quad (43)$$

$$B_{\sigma_p n,i} = \left\{ \sigma_{P_{\text{um}} n,i}, \left[0; \max \left(\left[\sigma_{P_{\text{um}} n,i} \right] \right) \right] \right\} = \\ = \left\{ \sigma_{P_{\text{um}} n,i}, [0; 9,1] \right\} \text{дБм} \quad (44)$$

$$F_{M_p n,i} = \{ \text{Низкое, Высокое} \}, \quad (45)$$

Соответственно, функции принадлежности в области определения задаются как:

$$\mu_{M_p n,i} \left(B_{M_p n,i}, F_{M_p n,i} \right) = \begin{cases} \mu_{M_p n,i} \left(B_{M_p n,i}, H \right), \text{ при } F_{M_p n,i} = H; \\ \mu_{M_p n,i} \left(B_{M_p n,i}, B \right), \text{ при } F_{M_p n,i} = B. \end{cases} \quad (46)$$

$$\mu_{M_p n,i}(B_{M_p n,i}, H) = -(0,05 \cdot B_{M_p n,i} + 4,1), \quad (47)$$

$$\mu_{M_p n,i}(B_{M_p n,i}, B) = 0,05 \cdot B_{M_p n,i} + 5,1, \quad (48)$$

$$\mu_{\sigma_p n,i}(B_{\sigma_p n,i}, F_{\sigma_p n,i}) = \begin{cases} \mu_{\sigma_p n,i}(B_{\sigma_p n,i}, H), & \text{при } F_{\sigma_p n,i} = H; \\ \mu_{\sigma_p n,i}(B_{\sigma_p n,i}, B), & \text{при } F_{\sigma_p n,i} = B. \end{cases} \quad (49)$$

$$\mu_{\sigma_p n,i}(B_{\sigma_p n,i}, H) = 1 - 0,11 \cdot B_{\sigma_p n,i}, \quad (50)$$

$$\mu_{\sigma_p n,i}(B_{\sigma_p n,i}, B) = 0,11 \cdot B_{\sigma_p n,i}. \quad (51)$$

Данные для дефаззификации выходной переменной остаются без изменения.

Моделирование процесса нечеткого вывода с использованием пакета MatLab FuzzyLogic позволяет упростить процедуру определения и присвоения весовых коэффициентов частотным каналам [13].

База правил принятия решения соответствует приведенной в методике (таблица 1), схема принятия решения отображена на рисунок 6, а графическое представление базы правил – на рисунке 7.

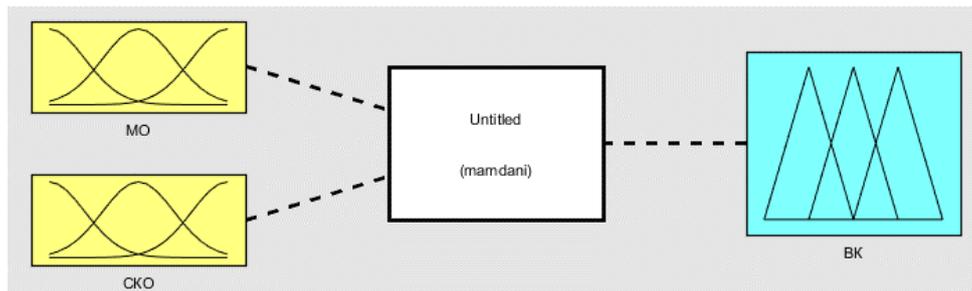


Рисунок 6 – Схема принятия решения о присвоении весового коэффициента частотному каналу

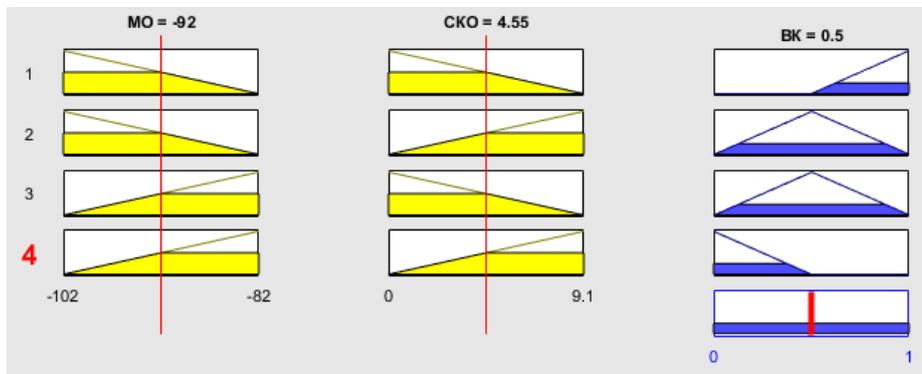


Рисунок 7 – Графическое представление базы правил принятия решения

По результатам проведения общих вычислений формируется поверхность вывода значений весовых коэффициентов частотных каналов $R_{f n,i}$, представленная на рисунке 8.

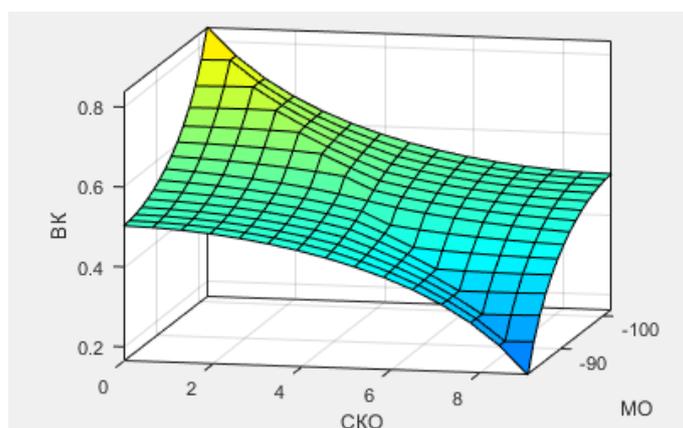


Рисунок 8 – Поверхность вывода значений весовых коэффициентов

Используя данные элементов матриц входных переменных в представленной схеме принятия решений, сформирована матрица весовых коэффициентов $[R_{f_{n,i}}]$:

$$R_f = \begin{bmatrix} 0,503 & 0,373 & 0,509 & 0,429 & 0,479 & 0,639 & 0,578 \\ 0,434 & 0,499 & 0,519 & 0,521 & 0,486 & 0,564 & 0,516 \\ 0,601 & 0,5 & 0,505 & 0,539 & 0,476 & 0,516 & 0,529 \\ 0,411 & 0,498 & 0,56 & 0,552 & 0,51 & 0,568 & 0,537 \\ 0,613 & 0,511 & 0,498 & 0,502 & 0,5 & 0,536 & 0,673 \\ 0,522 & 0,493 & 0,41 & 0,645 & 0,511 & 0,374 & 0,496 \\ 0,524 & 0,496 & 0,534 & 0,487 & 0,383 & 0,335 & 0,445 \end{bmatrix} \quad (52)$$

Согласно пятого пункта обобщенной методики, осуществляется свертка матрицы весовых коэффициентов до строки по правилу (13), в результате чего формируется рейтинг частотных каналов по пригодности к обеспечению связи:

$$\vec{R}_f = [0,411 \quad 0,373 \quad 0,41 \quad 0,429 \quad 0,383 \quad 0,335 \quad 0,445] \quad (53)$$

По результатам анализа данной строки, наибольшее значение весового коэффициента соответствует седьмому частотному каналу. Следовательно, указанный канал наиболее пригоден для обеспечения связи в рассматриваемой сети доступа.

Осуществляя сортировку элементов вектора, можно расставить приоритетность применения частотных каналов для обеспечения связи.

Проверка корректности:

для проверки корректности присвоения весовых коэффициентов выберем два близких по значению оценки из матрицы R_f (52):

$R_{f_{6,7}} = 0,496$, $R_{f_{7,7}} = 0,445$. Более высокое качество седьмого канала в шестой точке измерения на 0,051 указывает на лучшие условия обеспечения связи. При этом согласно данным из (40) и (41) $M_{P_{\text{шн}} 6,7} = -99\text{дБм}$, $\sigma_{P_{\text{шн}} 6,7} = 9\text{дБм}$, а $M_{P_{\text{шн}} 7,7} = -86\text{дБм}$, $\sigma_{P_{\text{шн}} 7,7} = 4,8\text{дБм}$.

Применяя правило трех сигм определим вероятные пиковые значения уровня мощности сигнала и помехи в точках 6 и 7:

$$P_{\text{пик } 6} = M_{P_{\text{шн}} 6,7} + 3\sigma_{P_{\text{шн}} 6,7}, \quad (54)$$

$$P_{\text{тик } 6} = -99 + 3 \cdot 9 = -72 \text{ дБм}, \quad (55)$$

$$P_{\text{тик } 7} = M_{P_{\text{тик } 7,7}} + 3\sigma_{P_{\text{тик } 7,7}}, \quad (56)$$

$$P_{\text{тик } 7} = -86 + 3 \cdot 4,8 = -71,6 \text{ дБм}. \quad (57)$$

Поскольку $P_{\text{тик } 6} < P_{\text{тик } 7}$, то коэффициенты присвоены корректно.

Вывод

Предложенная методика позволяет сформировать перечень запасных частот для сети радиосвязи наиболее приближенно к реальным условиям функционирования, что обуславливается применением эмпирических данных, обладающих абсолютной достоверностью. Элемент когнитивности в предлагаемом подходе к управлению радиочастотным спектром заложен в возможности адаптации (корректировки, настройке) функций принадлежности входных данных и непрерывном мониторинге РЭО.

Список литературы

1. Отчет МСЭ-R SM.2152. Определение системы радиосвязи с программируемыми параметрами (SRD) и системы когнитивного радио (CRS). – ИТУ, Женева. 2010.
2. Масесов Н.А., Панченко И.В., Бондаренко Л.А., Малых В.В. Рекомендации по внедрению беспроводной связи IEEE 802.22 в системах радиосвязи специального назначения – Збірник наукових праць ВІПІ НТУУ „КПІ”. 2013. № 1. С. 47-53.
3. IEEE 802.22 Working Group on Wireless Regional Area Networks Enabling Rural [Электронный ресурс], <http://grouper.ieee.org/groups/802/22/>. Дата обращения: 18 ноября 2012.
4. Сергиенко А.Б., Цифровая связь. Учебное пособие. СПб: Издательство СПбГЭТУ "ЛЭТИ". 2012.
5. Григорьев В.А., Лагутенко И.О., Распаев Ю.А., Стародубцев В.Г., Хворов И.А., Теория электрической связи. Конспект лекций. СПб: НИУ ИТМО. 2012.
6. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория вероятностей и ее инженерные приложения. Издание 2-е. Москва: "Высшая школа". 2000.
7. Бородин А. Н., Элементарный курс теории вероятностей и математической статистики. СПб: Издательство "Лань". 1999.
8. Скляр Б., Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. 2-я ред. Москва. Санкт-Петербург, Киев: Издательский дом "Вильямс". 2003.
9. Гостев В.И. Нечеткие регуляторы в системах автоматического управления. Киев: "Радиоаматор". 2008.
10. Пегат А. Нечеткое моделирование и управление. Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2012.
11. Ярушкина Н.Г. Основы теории нечетких и гибридных систем. Москва: "Финансы и статистика". 2004.
12. Круглов В., Дли М., Голунов Р. Нечеткая логика и искусственные нейронные сети. Москва: Физматлит – 2001. Дьяконов В. П. MATLAB 7.*/R2006/R2007. Москва: ДМК Пресс. 2008.

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОЦЕССА
МОНИТОРИНГА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УГРОЗ, СВЯЗАННЫХ
С ЭКСТРЕМАЛЬНО ВЫСОКИМИ ВЫБРОСАМИ
АВТОТРАНСПОРТА
(ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ В АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС
"БЕЗОПАСНЫЙ ГОРОД")**

Ложкина Ольга Владимировна – кандидат химических наук, доцент

*Ложкин Владимир Николаевич – доктор технических наук, профессор,
заслуженный деятель науки РФ*

Шкитронов Михаил Евгеньевич – кандидат педагогических наук, доцент

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

*Рогозинский Глеб Гендрихович – доцент, кандидат технических наук, ведущий
научный сотрудник*

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

*Аннотация. Обосновывается необходимость, и предлагаются подходы развития ин-
формационного процесса управления экологической безопасностью автомобильного транс-
порта в городах, которые могут быть внедрены в аппаратно-программный комплекс
«Безопасный город».*

*Ключевые слова: информационный процесс, автомобильный транспорт, расчетный
мониторинг, экологическая безопасность, безопасный город.*

**IMPROVING THE INFORMATION PROCESS OF MONITORING OF
ENVIRONMENTAL HAZARDS ASSOCIATED WITH EXPOSURE TO
EXTREMELY HIGH VEHICLES EMISSIONS
(TO BE IMPLEMENTED IN THE HARDWARE-SOFTWARE COMPLEX "SAFE CITY")**

Lozhkina Olga V. – PhD in Chem., Ass. Professor

Lozhkin Vladimir N. – Doctor of Technical Sciences, Professor

Shkitronov Mikhail E. – PhD, Ass. Professor

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

Gleb G. Rogozinsky – PhD

Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences

*Abstract. The article proves the necessity of the development of information process for the
management of ecological safety of road transport in the cities and suggests approaches to its real-
ization in the hardware-software complex "Safe City".*

*Keywords: information process, road transport, calculation monitoring, environmental safe-
ty, safe city.*

В концепции развития аппаратно-программного комплекса технических средств «Безопасный город» (АПК БГ) предусмотрено создание функционального блока «Экологическая безопасность» для мониторинга и прогнозирования угроз, обусловленных критическим состоянием окружающей среды, в том числе атмосферы [1]. Негативное техногенное воздействие на атмосферный воздух крупных городов (Санкт-Петербурга, Москвы и др.) связано, в первую очередь с экстремально высокими выбросами автотранспорта [2,3], которые в сочетании с неблагоприятными метеорологическими, транспортными и градострои-

тельными условиями могут приводить к чрезвычайному локальному загрязнению воздушной среды опасными поллютантами.

В силу объективных причин невозможно оснастить все улицы городов дорогостоящими станциями инструментального мониторинга для отслеживания ЧС подобного рода. Поэтому на практике широко используются расчетные методы, позволяющие не только проводить оценку качества атмосферного воздуха в реальном режиме времени, оценивать вклад конкретного источника, но также давать прогнозные оценки состояния загрязнения атмосферы с учетом развития улично-дорожной сети [4]. Повышение эффективности расчетов может быть достигнуто путем использования инновационных информационных технологий [5] и современных технологий отслеживания автотранспортных потоков.

В качестве исходных данных для расчета выбросов автотранспорта на локальном уровне используются методики, основанные на результатах обследований автотранспортных потоков (АТП) по учетным категориям автомобилей, а также учитывающие факторы эмиссии поллютантов, геометрические параметры проезжей части и прилегающей застройки. В широко используемой отечественной методике [6], разработанной с участием авторов, учитываются пять категорий ТС:

- 1) легковые автомобили;
- 2) микроавтобусы и автофургоны массой < 3,5 т;
- 3) грузовые автомобили массой от 3,5 до 12 т;
- 4) грузовые автомобили массой > 12 т;
- 5) автобусы массой > 3,5 т.

Для каждой из категорий определены значения факторов эмиссии таких ЗВ, как оксиды азота NO_x , соединения свинца, летучие органические соединения (ЛОС), сажа, оксид углерода, формальдегид, диоксид серы, бенз- α -пирен. На рис. 1, в качестве примера, показаны результаты расчетной оценки загрязнения атмосферного воздуха NO_2 вблизи КАД Санкт-Петербурга, полученные с использованием методики [6] и программ «Магистраль 3.0» и «Эколог 4.0» (НПФ «Интеграл»).

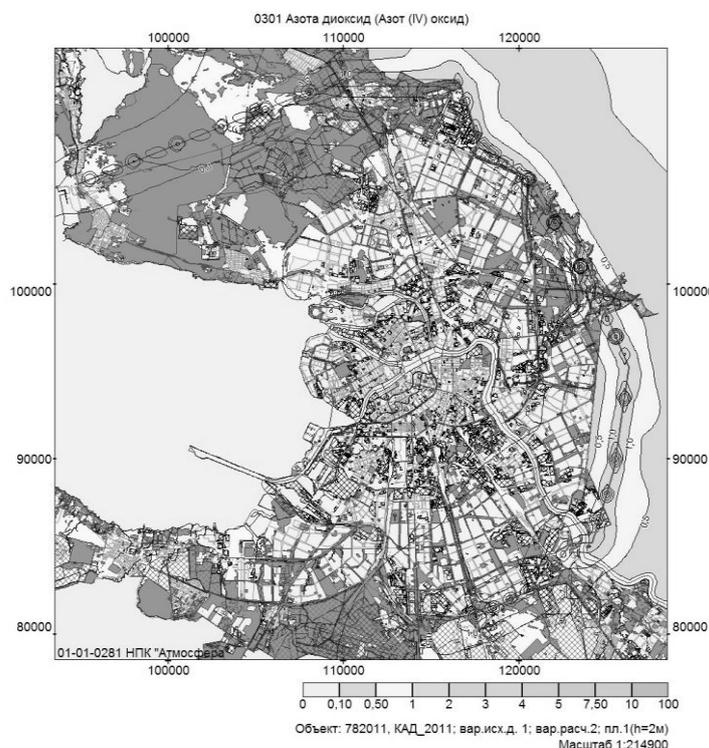


Рисунок 1 – Карта загрязнения воздуха NO_2 вблизи КАД Санкт-Петербурга

На рис. 1 показано, что при высокой плотности движения на КАД ($\approx 12000-14000$ авт/ч) в часы пик непосредственно в зоне движения на уровне дыхания водителей и пассажиров концентрации диоксида азота могут превышать ПДК в 10 и более раз, соответственно, а в прилегающих жилых кварталах до 5-10 ПДК.

Приведенный методический подход, позволяет дать приближенную оценку уровня загрязнения приземного воздуха АТС при осуществлении неблагоприятного сценария развития ситуации на примере интересующего участка автодороги или по всей автомагистрали. Одновременное отслеживание экологической ситуации на всех магистралях города, а также расчет валового загрязнения пока что затруднителен. Проблема может быть решена путем совершенствования информационно-телекоммуникационных систем, применяемых (в рамках ИТС) на транспорте, посредством оснащения их системой специальных датчиков, позволяющих осуществлять сбор и обработку экологических данных в реальном масштабе времени.

Городской автотранспортный комплекс логически декомпозируется на несколько вложенных взаимосвязанных уровней: индивидуальное автотранспортное средство, автотранспортный поток, участок улично-дорожной сети, автомагистраль, микрорайон, район города, город в целом. Каждый последующий уровень системы является надмножеством предыдущих, аккумулируя соответствующие им экологические проблемы и добавляя свои собственные:

$$S_1 \in S_2 \in S_3 \in \dots \in S_N.$$

В центре модели рассматриваемой информационной системы располагается индивидуальное транспортное средство (S_1), управляемое водителем, которое вступает во взаимодействие с окружающей средой и автотранспортным потоком (S_2), совокупность автотранспортных потоков формирует локальную (на уровне микрорайона или района) улично-дорожную сеть (S_3), а затем общегородскую улично-дорожную сеть (S_4) (рис. 2).

Характерные типы негативного воздействия автотранспортной моды на окружающую среду городов связаны с выбросами опасных загрязняющих веществ (CO , NO_x , взвешенных частиц PM_{10} и $PM_{2.5}$, летучих органических соединений (ЛОС), тяжелых металлов и др.), выбросами парниковых газов (CO_2 , CH_4 , NH_3 и т.д.), шумовым воздействием. Подсистема M i -го уровня иерархии ξ_M^i образует вектор из $N(M)$ классов различных воздействий $\langle \chi_1^i, \chi_2^i, \dots, \chi_{N(M)}^i \rangle$

$$\xi_M^i = \langle \chi_1^i, \chi_2^i, \dots, \chi_{N(M)}^i \rangle.$$

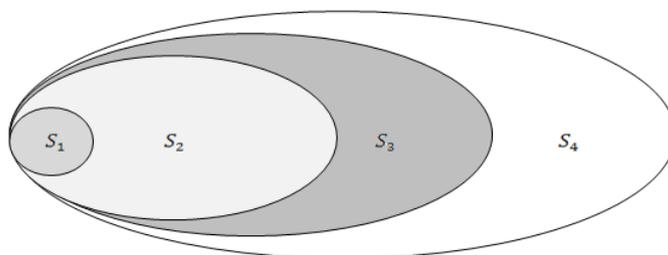


Рисунок 2 – Обобщенная иерархическая модель

Верхний уровень ξ^{i+1} модели (в рассматриваемом примере это – город) аккумулирует негативные факторы всех предыдущих уровней:

$$\xi^{i+1} = \sum_{M=1}^K \xi_M^i$$

Первым этапом на пути совершенствования информационного процесса расчетного мониторинга воздействия автотранспорта на окружающую среду, является создание информационно-телекоммуникационной системы с использованием соответствующих датчиков-экомаркеров. Датчики-экомаркеры индивидуальных автотранспортных средств (уровень S_1) должны содержать следующие неизменные сведения о транспортном средстве: экологический класс, объем двигателя, масса автомобиля, год выпуска, – и обновляемые данные: скорость движения, накопленный пробег, используемое топливо. При этом подразумевается, что улично-дорожная сеть также покрыта эко-сенсорами, которые поддерживают информационное взаимодействие с автомобилями (регистрируют характеристики автотранспортных потоков) на конкретных участках улично-дорожной сети – уровень S_2 . Вся совокупность информации передается в городской мониторинговый центр, где с использованием вышеизложенного методического подхода в режиме *on-line* будет производиться расчетная оценка уровня загрязнения на всех уровнях S_2 - S_4 с визуализацией уровня загрязнения воздуха в окрестностях автомагистралей, при этом открываются широкие возможности по управлению городскими транспортными потоками на основе применения методов экологической маршрутизации.

Таким образом, было показано, как можно существенно повысить эффективность расчетно-экспериментального мониторинга на основе широкого использования возможностей интеллектуальных транспортных систем, экологических сенсорных сетей и ГИС-технологий, который при реализации может быть интегрирован в активно развивающуюся в Санкт-Петербурге комплексную систему обеспечения безопасности города – Аппаратно-программный комплекс "Безопасный город".

Список литературы

1. Постановление Правительства Санкт-Петербурга от 25 августа 2016 года N 759 «О государственной информационной системе Санкт-Петербурга «Аппаратно-программный комплекс "Безопасный город"».
2. Ложкин В.Н., Ложкина О.В. Автомобильный транспорт и судьба биосферы – можно ли избежать противостояния? Общество. Среда. Развитие. 2011. № 2. С. 208-214.
3. Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге в 2014 году / Под редакцией И.А. Серебрицкого – СПб.: ООО «Дитон». 2015. 180 с.
4. Lozhkina O.V., Lozhkin V.N. Estimation of road transport related air pollution in Saint Petersburg using European and Russian calculation models // Transportation Research Part D: Transport and Environment. 2015. Т.36. С. 178-189.
5. Малыгин И.Г., Комашинский В.И., Катцын Д.В. Некоторые проблемы построения когнитивных транспортных систем и сетей // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2015: материалы Юбилейной Международной научно-практической конференции, 24-25 ноября 2015 г. Санкт-Петербург, ИПТ РАН. 2015. Т.1. С. 3-8.
6. Методика определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов // СПб.: ОАО «НИИ Атмосфера». 2010.

ПОТЕНЦИАЛ ТРАНСПОРТНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ НАУКИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ КОММУНИКАЦИОННОЙ СРЕДЫ БУДУЩЕГО

Терёшина Наталья Петровна – доктор экономических наук, профессор, заведующая кафедрой экономики и управления на транспорте

Подсорин Виктор Александрович – доктор экономических наук, доцент, доцент кафедры экономики и управления на транспорте

ФГБОУ ВО Московский государственный университет путей сообщения
Императора Николая II

Аннотация. Формирование современной системы транспортных коммуникаций требует разработки новых научных подходов к обоснованию её развития на основе потенциала транспортно-экономической науки и образования. Интеграция результатов научных исследований в целях комплексного обоснования программ и проектов инновационной модернизации в базовых отраслях позволит получить синергетический эффект за счёт опережающего инфраструктурного и инфокоммуникационного развития экономики.

Ключевые слова: инфраструктура транспорта, эффективность, глобализация, конкурентоспособность, тарифы.

TRANSPORT ECONOMIC SCIENCE POTENTIAL FOR DESIGNING COMMUNICATION ENVIRONMENT OF THE FUTURE

Tereshina Natalia P. – D.Sc. (Economics), Professor, Head of the department of Transport Economics and Management

Podsorin Viktor A. – D.Sc. (Economics), Associate Professor at the department of Transport Economics and Management

Moscow State University of Railway Engineering (MIIT)

Abstract. Development of modern transport communication system requires elaboration of new scientific approaches to substantiation of its development on the basis of potential of transport economic science and education. Integration of results of scientific research and of projects of innovative modernization in the main industries will allow to obtain a synergetic effect thanks to priority infrastructure and infocommunication development of the economy.

Keywords: transport infrastructure, efficiency, globalization, competitiveness, tariffs.

Достижение глобальной конкурентоспособности стран-драйверов экономического роста и позитивных изменений в мировой экономике в условиях обостряющихся политических, экономических и экологических рисков требует новых, системных подходов к проектированию и стратегическому прогнозированию параметров развития коммуникационной среды.

Начало XXI века с точки зрения эволюции знаний о природе и обществе характеризуется особенно продуктивными изменениями в области систем связи, цифровых и спутниковых технологий, всей системы электронных коммуникаций. Эти достижения позволили обеспечить кардинальное развитие информационного обмена, внедрение форматов электронного бизнеса в сферу экономики, политики, торговли и управления финансами.

Курс на инновационную модернизацию требует от специалистов и ученых расширения горизонта исследований при проектировании транспортно-коммуникационной среды будущего.

Формирование суперсовременной транспортной инфраструктуры, включающей в себя систему магистральных путей, терминальных логистических комплексов (центров), сервисных подсистем по обслуживанию грузовладельцев и пассажиров, требует нового взгляда на развитие потенциала транспортно-экономической науки и образования, создания государственных органов и общественных институтов инициации деловой активности территорий, прилегающих к транспортным артериям, в том числе – осваиваемых вновь.

Синергия, рассматриваемая в данной статье в аспекте сотрудничества, интеграции подходов к инновационной модернизации в базовых отраслях экономики, позволит обеспечить синергетический эффект за счет перехода к парадигме опережающего инфраструктурного и инфокоммуникационного развития экономики как всеобщего условия активизации всех видов бизнеса и в результате – качества жизни всех слоев общества.

Оценка значимости и стратегическое планирование ожидаемых эффектов и экономических последствий развития системы коммуникаций должна проводиться на принципиально новом научном уровне, с учетом предвидения глобальных изменений климата, политических рисков, прогнозов экономической конъюнктуры товарных рынков, рынков труда, финансов и капитала.

Иной подход не позволит обеспечить требуемое качество прогнозов, т.е. не позволит реально оказывать влияние на выполнение намеченных стратегических ориентиров.

Существенное внимание должно быть уделено выявлению резервов повышения эффективности взаимодействия территорий, мегаполисов и крупных пользователей услуг – грузоотправителей с инфраструктурой транспорта на условиях взаимного сотрудничества и объединения преимуществ потенциальных конкурентов с учетом глобализации экономических процессов.

Крупные инфраструктурные проекты всегда окупаются за счёт внешних экономических эффектов, так как являются важнейшим модератором экономического роста. Так, внутранспортный эффект от нового железнодорожного строительства в общем случае складывается из следующих составляющих:

1. Развитие промышленности в районе тяготения. Внутранспортный эффект в данном случае будет соотноситься с эффектом, получаемым на транспорте как суммарная прибыль обслуживаемых субъектов бизнеса к прибыли транспортных логистических компаний от перевозки их продукции.

2. Увеличение налоговых поступлений в бюджеты всех уровней – как местные, так и федеральные, региональные.

3. Рост стоимости недвижимости в районе тяготения: цена объектов недвижимости находится в прямой зависимости от близости транспортных магистралей и доступности информационных коммуникаций.

4. Оптимизация транспортных связей при освоении региона ведет к снижению транспортной нагрузки на экономику страны (например, переключение потребителей на сырье из района тяготения построенной магистрали, если оно находится ближе к потребителю, чем используемое).

5. Рост деловой активности и уровня занятости в регионе или стране в целом, создание новых рабочих мест.

6. Повышение уровня интеграции регионов страны, стабильность их развития, укрепление национальной безопасности.

7. Оптимизация доступности жителей региона к транспортной инфраструктуре, всем коммуникациям, местам работы и отдыха, повышение уровня жизни населения.

Также внутранспортным эффектом принято считать последствия (как положительные, так и отрицательные) использования того или иного вида транспорта, проявляющиеся за его пределами. Иными словами, внутранспортный эффект представляет собой выгоды или потери, которые не отражаются на величине финансовых показателей транспортной компании

(или отражаются частично или опосредованно) и должны быть дополнительно учтены при разработке инвестиционных проектов и программ.

Следует отдельно выделить и ущерб от деятельности транспорта:

1. Ущерб от отчуждения земель под транспортные коммуникации.
2. Экологический ущерб, связанный с загрязнением окружающей среды, отрицательным воздействием шума, водозагрязнением и водопотреблением.
3. Необходимость дополнительных расходов транспорта на охрану окружающей среды.
4. Определенное ухудшение безопасности жизнедеятельности, связанное с вероятностью транспортных происшествий, аварий и крушений, в т. ч. ведущее к травматизму и гибели людей, расходам на восстановление ресурсов.

Минимизация рисков возникновения ущерба или угроз транспортной или экономической безопасности – важнейшая составляющая проектирования и реализации крупных инфраструктурных объектов.

В настоящее время железнодорожный транспорт испытывает недостаток пропускной и провозной способностей на основных маршрутах следования массовых грузов. По состоянию на начало 2016 года около 10% всей эксплуатационной длины железнодорожных путей общего пользования отнесены к «узким местам», т.е. участкам, где пропускная способность исчерпана. К ним относятся крупные железнодорожные узлы, подходы к морским портам и т.п. На данных участках происходит замедление движения железнодорожных составов, что приводит к образованию «заторов», сбоям организации движения поездов и непроизводительным простоям вагонов. Всё это приводит к снижению уровня конкурентоспособности железнодорожных перевозок.

Железнодорожный транспорт является стратегическим партнером грузообразующих компаний и без его модернизации и дальнейшего поэтапного развития удовлетворить возрастающий спрос на перевозки массовых транзитных и экспортных грузов невозможно. В целях развития инфраструктуры железнодорожного транспорта, обеспечения окупаемости инвестиционных проектов с учетом экономических интересов участников рынка перевозок необходимо совершенствование системы управления конкурентоспособностью железнодорожных перевозок и создание новой системы стимулирования притока инвестиций в реальный сектор экономики.

Процесс глобализации мировой экономики предъявляет качественно новые требования к компаниям, являющимся организациями общемирового масштаба.

Исследование факторов эффективности взаимодействия грузообразующих компаний с транспортной инфраструктурой является основой повышения их конкурентоспособности. Укрупненный алгоритм оптимизации системы взаимодействия грузообразующих компаний и инфраструктурного комплекса железнодорожного транспорта приведен на рисунке 1.

Под инфраструктурным комплексом понимается экономико-технологический базис комплексного развития железнодорожного транспорта и грузообразующих отраслей экономики.

В таблице приведен пример расчета скидки с провозной платы на услуги инфраструктуры при вовлечении дополнительного объема перевозок алюминия с учетом действующих нормативных ограничений и установленных тарифных коридоров для экспортноориентированной компании и крупного поставщика транспортного машиностроения ОК РУСАЛ.

Комплексный анализ и оценка экономической конъюнктуры рынка,

типизация грузообразующих компаний

Комплексный анализ и оценка экономической конъюнктуры рынка,

типизация грузообразующих компаний

Комплексный анализ и оценка экономической конъюнктуры рынка,

типизация грузообразующих компаний



Рисунок 1 – Укрупненный алгоритм оптимизации системы взаимодействия грузообразующих компаний и инфраструктурного комплекса железнодорожного транспорта

Таблица – Определение скидки с провозной платы на услуги инфраструктуры при вовлечении дополнительного объема перевозок

Показатель	Глинозем	Анодные блоки	Алюминий
Отпускная цена готовой продукции, руб./т	70 148,7	70 148,7	70 148,7
Рыночная цена готовой продукции на российском рынке, руб./т	65 000,0	65 000,0	65 000,0
Дефицит (разница между рыночной ценой готовой продукции на российском рынке и отпускной ценой), руб./т	5 148,7	5 148,7	5 148,7
Доля сырья в себестоимости готовой продукции, %	37,0	9,8	100,0
Величина дефицита в цене готовой продукции, приходящаяся на сырье, руб./т	1 907,2	504,9	5 148,7
Величина дефицита в цене готовой продукции, приходящаяся на сырье в тарифе за пользование услуг инфраструктуры, руб./т	170,3	64,7	115,0
Расчетный размер скидки, %	16,3	4,2	7,3
Максимальная скидка, лимитированная, %	13,8	13,8	13,8
Оптимальный размер скидки, %	13,8	4,2	7,3

Расчет через отнесение доли транспортных затрат на цену продукции показывает, что оптимальный размер скидки для перевозки алюминия составляет 7,3%, глинозема – 13,8%, электродов графитированных – 4,2%. Это позволит ОК РУСАЛ в условиях падения рыночных цен на алюминий (неблагоприятных факторов товарного рынка) получить эффект за счет гибкого регулирования тарифа на услуги инфраструктуры железнодорожного транспорта в расчете на дополнительные объемы перевозок сырья и алюминия, что позволит отечественным предпринимателям сохранить устойчивые позиции и в ближайшей перспективе обеспечит реальный рост грузооборота и доходных поступлений ОАО «РЖД».

В настоящее время инфраструктура железнодорожного транспорта, в особенности экспортноориентированные магистрали (БАМ, Транссиб) и припортовые станции при существующем объеме перевозок развиты недостаточно, что препятствует стабильной работе всей транспортно-логистической цепочке.

Недостаток перерабатывающей способности сортировочных станций и развития станционных путей на основных маршрутах следования каменного угля затрудняет работу железнодорожного и морского транспорта, лимитируя возможность увеличения объемов экспорта российского каменного угля и доходности транспортного комплекса.

Так, для создания условий развития угольной отрасли реализация проектов по развитию инфраструктуры железнодорожного транспорта крайне необходима. Однако, в современных условиях это затруднительно по причине ограниченности инвестиционных ресурсов.

Льготное тарифное положение угольных компаний не позволяет холдингу «РЖД» получать необходимый объем прибыли от грузовых перевозок, ключевого источника инвестиций в инфраструктуру на сегодняшний день. К примеру, перевозка каменного угля в экспортном сообщении на расстояние свыше 3100 км не покрывает даже среднесетевых переменных и постоянных затрат. Такое положение является барьером для эффективного перехода к пропуску тяжеловесных поездов.

До настоящего времени сохраняется работа механизма перекрестного субсидирования одних грузов другими – более доходными, и такая позиция требует изменений. Однако такое перераспределение приводит к тому, что железнодорожный транспорт проигрывает автомобильному в борьбе за высокодоходные грузы. В последние годы растут риски ухудшения структуры погрузки, что при сохранении объемов транспортной работы будет означать снижение доходов и прибыли железнодорожных компаний, и соответственно – невозможность в необходимой степени обеспечить инвестиционное развитие железнодорожной инфраструктуры. Ухудшение технического состояния основных фондов и необходимость их обновления уже требуют пересмотра в сторону повышения тарифов на перевозку низкодоходных грузов, однако из-за несвоевременности принятия этого решения проблемы железнодорожной инфраструктуры остаются неразрешенными, растет нагрузка на автодорожную инфраструктуру [1-5].

В связи с этим изменение уровня затрат грузовладельцев на перевозку массовых грузов, обеспечения конкурентоспособности железнодорожных перевозок в долгосрочном периоде является экономически обоснованным и стратегически важным решением.

В МИИТе разработана методика определения индексов изменения тарифов на перевозку каменного угля, позволяющая учесть инвестиционную потребность инфраструктуры железнодорожного транспорта.

Цена и рентабельность железнодорожных перевозок зависят от конкретных условий (класс груза, тип подвижного состава, вид и дальность отправки), что необходимо учитывать при определении индексов изменения тарифа на перевозку каменного угля [6,7]. В связи с тем, что состояние объектов инфраструктуры, степень вовлечения основного капитала и инвестиционная потребность по различным территориальным филиалам отличается, необходимо производить детализацию расчета индексов, учитывая при этом маршруты следования груза. Методический подход к определению величины индексации тарифов для конкретной корреспонденции представлен на рисунке 2.

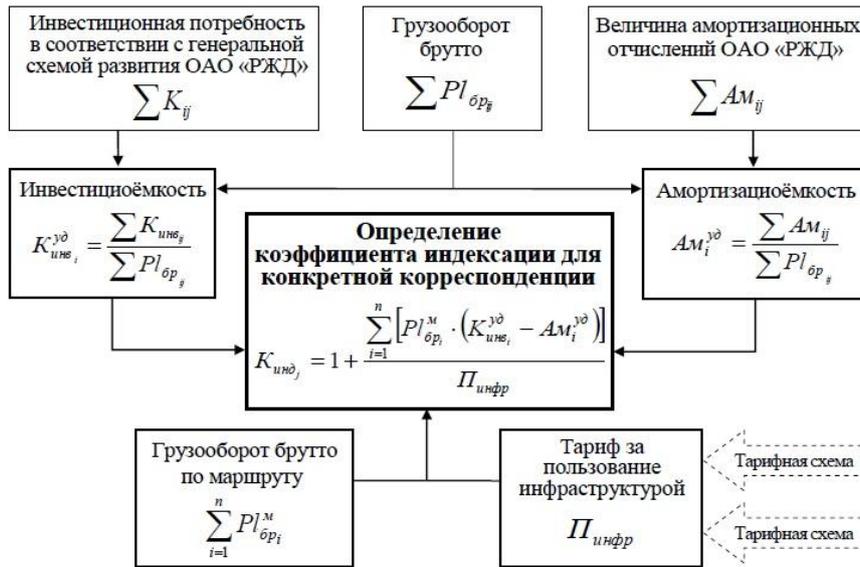


Рисунок 2 – Методический подход к определению индексов изменения железнодорожных тарифов на перевозку грузов в части инфраструктурной составляющей

Для определения динамики изменения уровня конкурентоспособности железнодорожных перевозок массовых грузов при регулировании развития инфраструктуры железнодорожного транспорта в соответствии с целевыми ориентирами транспортной стратегии разработан алгоритм мониторинга динамики индексов составляющих её показателей. Динамическая оценка позволяет определить необходимость повышения уровня конкурентоспособности железнодорожных перевозок, результаты оценки служат основой для разработки стратегических управленческих решений и политики компании в сфере транспортной логистики. Изменение уровня конкурентоспособности железнодорожных перевозок рассчитывается исходя из определения динамики индексов, отражающих текущую конъюнктуру рынка (рис. 3).

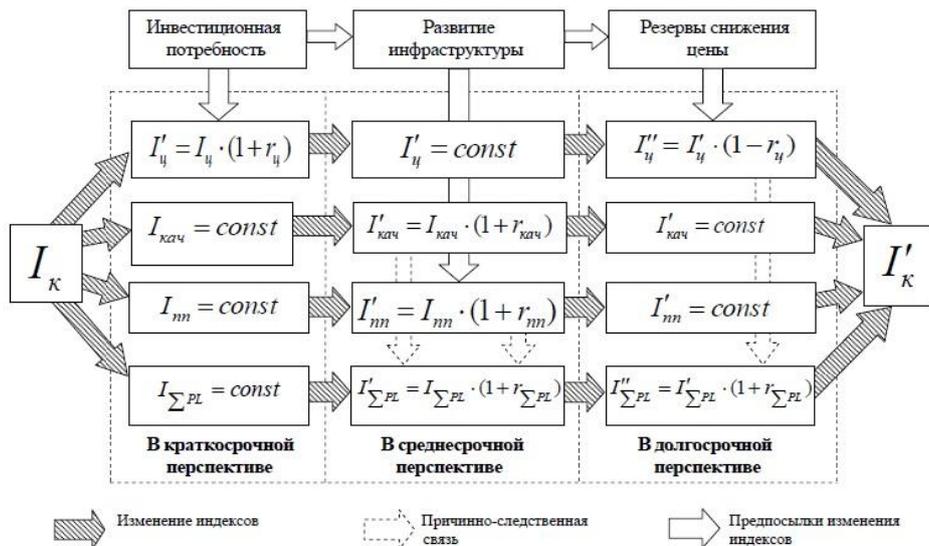


Рисунок 3 – Методика оценки уровня конкурентоспособности железнодорожных перевозок на основе мониторинга динамики индексов производственного потенциала железнодорожной инфраструктуры, платы за её услуги и качества транспортного обслуживания

Индекс производственного потенциала железнодорожного транспорта (I_{mn}) характеризует прирост уровня пропускной способности железнодорожной инфраструктуры на основных маршрутах следования каменного угля за счет проводимой инвестиционной программы. При этом необходимо учитывать изменение интенсивности использования железнодорожной инфраструктуры на данных маршрутах, которая может соответствовать индексу роста грузооборота (I_{PI}). Индекс цены железнодорожных перевозок (I_u) характеризует изменение уровня затрат грузовладельцев, обусловленное повышением качества транспортного обслуживания. Индекс качества транспортного обслуживания ($I_{кач}$) определяется через изменение интегрального показателя качества.

Формирование транзитных коридоров позволит начать более интенсивный этап освоения (в том числе, сырьевого доосвоения) Сибири и Дальнего Востока. Переориентация экспортных потоков из региона на близкие страны ЮВА (прежде всего, в Китай) приведёт к снижению транспортных затрат на перевозку продукции и природных ресурсов. Расширение торгово-экономических связей с Китаем требует увеличения пропускной способности российских железных дорог, строительства пунктов пропуска на границах в дополнение к существующим пунктам на станциях Забайкальск (Забайкальской железной дороги), Наушки (Восточно-Сибирской ЖД) и Гродеково (Дальневосточной ЖД). Расширение существующих и создание новых пунктов пропуска станет ещё более актуальным после формирования железнодорожного коридора Индокитай - КНР - Россия. Необходимо строительство железной и автомобильной дороги из России напрямую в Западный Китай.

Стратегическая задача заключается в том, чтобы совместить рост добычи и экспортных поставок природных ресурсов с увеличением транзитных возможностей территории Сибири и Дальнего Востока. В перспективе это приведёт к замене сырьевой ренты на транспортно-транзитную ренту в качестве основного источника доходов населения и бюджета. Практически все крупные проекты развития транспортной инфраструктуры в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке содержат в себе уникальную возможность совмещения роста добычи сырья с формированием значительного транспортно-транзитного потенциала территории – основы её устойчивого развития.

Экономическая теория транспорта, базируясь на общей экономической теории, имеет свои особенности. Для того чтобы эти особенности понимать, нужно овладеть основными знаниями о транспорте как особой сфере человеческой деятельности. Причем сфера эта, можно сказать без преувеличения, более сложная, чем промышленное или сельскохозяйственное производство. Целый ряд экономических дисциплин, таких как статистика, ценообразование, управление затратами и себестоимостью и многие другие на транспорте существенно сложнее в сравнении с другими отраслями и видами хозяйственной деятельности.

Таким образом, экономист-транспортник должен быть, с одной стороны, знающим экономистом, а с другой – специалистом в области функционирования и развития транспорта, что требует уникальных компетенций, не формируемых в полной мере в рамках существующих стандартов подготовки среднестатистического экономиста или менеджера. При этом для экономиста-транспортника необходимы глубокие компетенции в области техники и технологии отдельных видов транспорта – знание особенностей и сфер рационального применения различных видов транспорта с целью оценки возможностей выстраивания их эффективного взаимодействия. Особое значение приобретает формирование компетенций в области логистики в условиях глобализации экономики и транспорта. Компетенции в области транспортной техники и технологий необходимы для того, чтобы квалифицированно оценивать и прогнозировать применение инновационных и при этом экономически эффективных проектов, продуктов и решений. В этой связи по инициативе Ассоциации ВУЗов транспорта разработаны новые стандарты подготовки инженеров-экономистов транспорта.

По оценкам Минтранса РФ через территорию России транзитом может перевозиться 5-15% объёма трансконтинентальных контейнерных грузопотоков в направлении «Восток-Запад» (Азия - Европа), 0,35-1 млн. контейнеров в год. В настоящее время транзитный

потенциал Транссибирской железнодорожной магистрали составляет около 200-300 тыс. контейнеров в год. Министерство транспорта РФ планирует увеличить годовой объём транзитных перевозок контейнеров в среднесрочной перспективе до 350 тыс. ДФЭ., а к 2015 году – до 800 тыс. ДФЭ. При этом только на первом этапе реализации проекта организации движения по Транскорейской магистрали Хасан - Раджин объём контейнерных перевозок, который может быть привлечен на Транссибирскую магистраль, оценивается в 100 тыс. контейнеров в год.

Согласно Транспортной стратегии России до 2030 года, объём транзитных перевозок должен возрасти с 28 до 100 млн. тонн. Технические возможности Транссиба позволяют пропускать до 100 млн. тонн грузов в год. В 2010 году по Транссибу было перевезено около 80 млн. тонн. При этом стандарты поддержания национальной безопасности требуют сохранения резервов пропускной способности (на уровне 20%).

Основным преимуществом железнодорожного транспорта в направлении Азия – Европа является скорость доставки груза, которая не превышает 20 дней, тогда как среднее время морской транспортировки из портов стран Азиатско-Тихоокеанского региона до европейских портов в Роттердаме, Антверпене, Гамбурге, Бремерхафене составляет примерно 35 суток. Кроме того, транзитные перевозки железнодорожным транспортом не требуют формирования крупных судовых партий контейнеров.

Однако реальное увеличение транзитных перевозок по Транссибу произойдёт только тогда, когда грузы будут перевозиться за ещё более короткое время по единой транспортной цепи. Планируется, что в ближайшей перспективе срок доставки груза от восточных до западных границ России сократится до 7 дней, а к 2015 году за это время будет преодолевать расстояние до белорусского Бреста. Реализация проекта «Транссиб за 7 суток» позволит привлечь на российские железные дороги дополнительные обороты транзитных грузов в контейнерах (в среднесрочной перспективе – до 500 тыс. ДФЭ ежегодно).

Главная задача – обеспечение «бесшовного» характера транзитных перевозок, что требует взаимодействия с таможенными и другими государственными органами. Увязывание в единый процесс функционирования государственных структур осложняется тем, что они при работе с участниками внешнеэкономической деятельности руководствуются своими внутренними документами.

С 2008 года ОАО «РЖД» ведёт реконструкцию участка железной дороги протяжённостью 54 км с совмещённой колеёй (1520 мм и 1435 мм) Хасан – Раджин. По планам пропускная способность железной дороги должна составить 15 пар поездов в сутки, что обеспечит объём контейнерных грузоперевозок на уровне 200 тыс. ДФЭ в год.

Необходимо чтобы грузоотправители не теряли время и деньги на переоформление сопровождающих бумаг при осуществлении интермодальных перевозок. Одна из главных проблем транзита – организация встречного грузопотока.

Проблему может решить создание единого центра управления транссибирскими перевозками. Управляющая компания по транзитным перевозкам может быть создана при участии ОТЛК (Объединенной транспортно-логистической компании) «ТрансКонтейнер», крупных операторских компаний и банков. При этом стоит учитывать, что привлечение иностранных компаний-нерезидентов к осуществлению транзитных перевозок сокращает объём экспорта транспортных услуг.

Формирование транзитных коридоров позволит начать более интенсивный этап освоения (в том числе, сырьевого доосвоения) Сибири и Дальнего Востока. Переориентация экспортных потоков из региона на близкие страны ЮВА (прежде всего, в Китай) приведёт к снижению транспортных затрат на перевозку продукции и природных ресурсов. Расширение торгово-экономических связей с Китаем требует увеличения пропускной способности российских железных дорог, строительства пунктов пропуска на границах в дополнение к существующим пунктам на станциях Забайкальск (Забайкальской железной дороги), Наушки

(Восточно - Сибирской ЖД) и Гродеково (Дальневосточной ЖД). Расширение существующих и создание новых пунктов пропуска станет ещё более актуальным после формирования железнодорожного коридора Индокитай - КНР - Россия. Необходимо строительство железной и автомобильной дороги из России напрямую в Западный Китай.

Стратегическая задача заключается в том, чтобы совместить рост добычи и экспортных поставок природных ресурсов с увеличением транзитных возможностей территории Сибири и Дальнего Востока. В перспективе это приведёт к замене сырьевой ренты на транспортно-транзитную ренту в качестве основного источника доходов населения и бюджета. Практически все крупные проекты развития транспортной инфраструктуры в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке содержат в себе уникальную возможность совмещения роста добычи сырья с формированием значительного транспортно-транзитного потенциала территории – основы её устойчивого развития. В настоящее время в вузах железнодорожного транспорта с целью создания условий академической мобильности активно развиваются все формы международного сотрудничества.

Список литературы

1. Терёшина Н.П. Экономическое развитие и управление производительностью труда на железнодорожном транспорте: монография / Н.П. Терёшина, В.А. Подсорин // Под общей редакцией доктора экономических наук, профессора Н.П. Терёшиной. – М.: МИИТ. 2014. 129 с.
2. Терешина Н.П. Роль и значение развития железнодорожной инфраструктуры для повышения эффективности взаимодействия с грузообразующими субъектами рынка. [Текст] / Н.П. Терешина, М.А. Никитина // Мир транспорта. 2013. № 5.
3. Бубнова Г.В. Экономическое обоснование механизма взаимодействия транспортных компаний и потребителей их услуг. [Текст] / Г.В. Бубнова, В.А. Подсорин, М.А. Никитина // Транспортное дело России. 2014. № 1. С.74-78.
4. Терешина Н.П. Управление инновациями и конкурентоспособностью железнодорожного транспорта / Н.П. Терешина, В.А. Подсорин // Мир транспорта. 2012. № 4.
5. Терешина Н.П. Управление инновациями на железнодорожном транспорте: монография. [Текст] / Н.П. Терешина, И.Н. Дедова, Ю.И. Соколов, В.А. Подсорин; под ред. Н.П. Терешинной. – М.: МИИТ. 2014. 304 с.
6. Об утверждении Методики определения ценовых пределов (максимального и минимального уровней) тарифов на услуги железнодорожного транспорта по перевозке грузов организациями железнодорожного транспорта [приказ ФСТ РФ от 18.12.2012 № 397-т/2].
7. Годовые отчеты ОАО "РЖД" [электронный ресурс] / <http://www.rzd.ru>.

УДК 656.21

ФОРМИРОВАНИЕ КОРПОРАТИВНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ КАК УСЛОВИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ТРАНСПОРТА

Грачев Андрей Александрович – кандидат технических наук, доцент кафедры управления эксплуатационной работой

Шутов Иван Николаевич – кандидат педагогических наук, доцент кафедры управления эксплуатационной работой

*ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I*

Аннотация. В статье на конкретных примерах из области эксплуатации железных дорог рассматривается несоответствие компетенций и квалификации работников железных дорог при выборе вариантов принятия управленческих и технологических решений.

Ключевые слова: корпоративные компетенции, профессиональная квалификация, управление и технология перевозочного процесса.

FORMATION OF CORPORATE COMPETENCIES AS A CONDITION OF THE COMPETITIVENESS OF TRANSPORT

*Grachev Andrey A. – PhD (Tsc), Associate professor of «Train Traffic Operation»
Department*

*Shutov Ivan N. – PhD Associate professor of «Train Traffic Operation» Department
Emperor Alexander I Petersburg State transport university*

Abstract. The article on concrete examples from the field of railway operation is considered a mismatch of competencies and qualifications railway workers in the selection of options making management and technology solutions.

Keywords: corporate competence, professional qualifications, management and technology of transportation process.

Эффективность перевозочного процесса в период неустойчивого развития экономики определяется, по выражению президента ОАО «РЖД» О.В. Белозёрова – как заработаем, так и будем жить [1]. Сбалансированность доходов и расходов становится ключевой парадигмой управления не впервые. Сокращается грузовая база и подвижность населения, а также существенно возрастают затраты на перевозки, в т. ч. из-за их нерациональной организации. Академическая наука дает способы и алгоритмы принятия управленческих решений в таких условиях организации перевозочного процесса.

Отметим основные из них:

- 1) развитие новых транспортных продуктов;
- 2) расширение спектра клиентских услуг;
- 3) повышение конкурентоспособности на рынке перевозок;
- 4) развитие логистики;
- 5) совершенствование системы планирования.

В таких условиях несомненными ценностями компании становятся кадры, компетенции которых смогут обеспечить решение поставленных эксплуатационных задач. Компетенциями принято считать способности работников оценивать конкретную ситуацию, предложить решение и действовать с наименьшими затратами технических и перевозочных средств, энергетических, финансовых и людских ресурсов. С 2012 года в стране началось формирование Национальной системы квалификаций (НСК), действует Совет по профессиональным квалификациям и на железнодорожном транспорте. Разработано 29 профессиональных стандартов по 65 профессиям и должностям. Такая работа продолжается с целью разработки таких стандартов для всех 204 специфичных профессий железнодорожного транспорта. Планируется развитие профессиональных квалификаций и компетенций в системе транспортного образования. Предметное теоретическое обучение в современных условиях может быть эффективно переведено на модульный принцип, предусматривающий последовательность, во-первых, усвоения общепрофессиональных компетенций (правила технической эксплуатации, инструкции по организации движения поездов и маневровой работе и другие приложения); во-вторых, овладение профессиональными функциями работника. Теоретические знания могут быть получены с помощью современных дистанционных технологий обучения, практические навыки освоены на базе учебных центров профессиональных квалификаций, и наконец, в-третьих, производственная практика на предприятии и присвоение квалификации по профессии. Новые стандарты для высшего и среднего профессионального образования также предусматривают овладение одной или несколькими рабочими специальностями. Для дирекции управления движением это составитель поездов, приемосдатчик грузов и багажа,

сигналист. В понятии квалификация учитываются знания, навыки и умения, применительно к возможности их использования в различных сферах [2].

Но даже в такой структуре, отвечающей на вызовы современности как высокими инновационными технологиями, так и маркетинговой политикой, какой является холдинг «Российские железные дороги» не просто случаются, а системно возникают ошибки, вызванные несоответствием компетенции и квалификации работников.

Рассмотрим конкретные примеры. Ввод в эксплуатацию четвертого главного пути на участке Москва – Крюково значительно увеличил пропускную способность пригородного участка, позволив ликвидировать ее дефицит, связанный с организацией скоростного движения поездов, что подтверждается следующими соображениями.

Специализация путей четырехпутной линии предусматривает правостороннее движение по двум парам двухпутных линий. На участке Крюково - Москва (рисунок 1) пути I и III предназначены для обычных электропоездов, а II и IV – для всех остальных категорий поездов. Наличная пропускная способность четырехпутного участка равна сумме пропускной способности двухпутных участков.

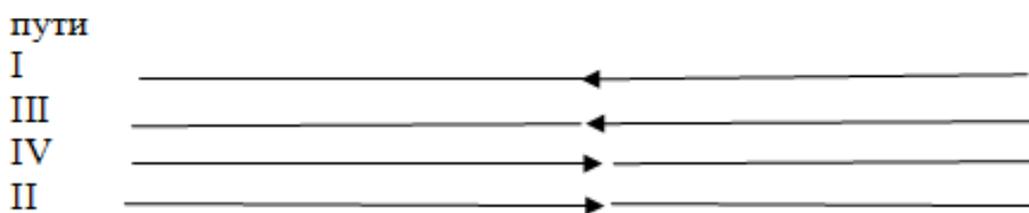


Рисунок 1 – Специализация путей четырехпутной линии

Пропускная способность участков с интенсивным пригородным движением рассчитывается в зависимости от принятой системы организации движения поездов. К интенсивному пригородному движению относится движение, при котором в час отправляется не менее четырех пригородных поездов. Инструкция по расчету наличной пропускной способности требует ее определения по каждому главному пути [4].

Суточный бюджет времени для определения пропускной способности пригородных участков делится на две части, а именно период интенсивного пригородного движения ($T_{\text{пик}}$) и остальное время суток. В интенсивный период определяется максимальное количество пригородных поездов, которое может быть пропущено в час при параллельном графике движения.

В часы интенсивного движения пригородных поездов пропускная способность определяется при параллельном графике (рисунок 2 вариант а) по формуле:

$$N_{np}^ч = \frac{60\alpha_n}{I_{mm}},$$

где I_{mm} – расчетный интервал между пригородными поездами - тихоходами (имеющими остановки у всех платформ), мин.;

α_n – коэффициент надежности инфраструктуры и подвижного состава (на двухпутных линиях величина коэффициента надежности принимается при электротяге 0,96).

Интервал I_{mm} должен определяться с учётом реальной продолжительности стоянок на остановочных пунктах.

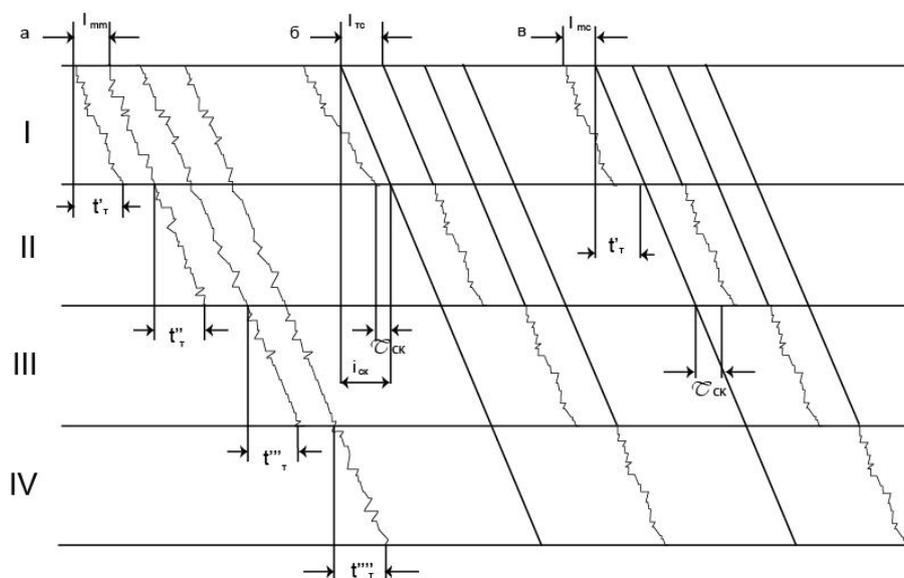


Рисунок 2 – Варианты прокладки пригородных поездов

Для I пути участка Крюково – Москва получим

$$N_{np}^ч = \frac{60 \times 0.96}{6} = 9 \text{ поездов,}$$

т. е. этого достаточно для освоения заданных размеров движения. По III пути организовано движение скоростных электропоездов, обычных дальних и высокоскоростных поездов, т. е. применён непараллельный график (рисунок 2 варианты б и в). Пропускную способность этого пути целесообразно определить за час в скоростных электропоездах – так называемых скороходах:

$$N_{ид}^з = \frac{60\alpha_i}{I_{пé}} - \varepsilon_i N_i - \varepsilon_{пé} N_{пé} \text{ (поездов),}$$

где $I_{ск}$ – расчетный интервал между пригородными поездами - скороходами (имеющими остановки на пассажирообразующих станциях), мин.;

ε_d и $\varepsilon_{ск}$ – коэффициент съема поездов – скороходов соответственно дальними и высокоскоростными;

N_d и $N_{ск}$ – число пропускаемых по пригодной зоне дальних и высокоскоростных поездов.

Коэффициент съема определяется из выражения:

$$\varepsilon_{n(ск)} = \frac{t_x(1-\Delta)}{I_{ск}} + 0,3,$$

где t_x – время хода поезда - скорохода по рассматриваемой зоне (Москва – Крюково), мин;

Δ – соотношение скоростей движения поезда - скорохода и дальнего или высокоскоростного поездов.

В результате расчета получим, что за час по участку может проследовать 7 скоростных электропоездов.

ГУП «НИИПИ Генплана Москвы» [3] на основании роста численности населения и высоких темпов жилой застройки в Московском регионе к 2020 году прогнозирует увеличе-

ние объёмов перевозок пассажиров в Московском железнодорожном узле в 2 раза. В этом случае на рассматриваемом участке размеры движения пригородных поездов за один час увеличатся до 9 обычных и 3 скоростных электропоездов. Такие размеры движения соответствуют расчётной величине пропускной способности линии.

В настоящее время на участке Крюково - Москва максимальный поездопоток приходится на период с 8 до 9 часов утра. За этот час в Москву прибывает 2 дальних поезда, 5 обычных и 3 скоростных электропоезда «Ласточка». Поскольку число назначенных поездов вдвое превышает предполагаемое, то «Ласточки» заполнены наполовину. Информация Московско-Тверской пригородной пассажирской компании подтверждает, что только 21,5 % пассажиров пользуются скоростными электропоездами. Подобная организация движения поездов как раз является примером квалифицированной деятельности по разработке графика движения, но некомпетентной по прогнозированию пассажиропотока. Одной из причин незаполняемости скоростных электропоездов является завышенная стоимость проезда. Организаторы посчитали, что, уменьшив время в пути на треть, можно на столько же поднять цену поездки. Ошибочность подобного подхода подтверждается низкой заполняемостью поездов, следующих в Тверь, а также уходом «Аэроэкспресса» с ряда направлений.

Следующая ситуация, вследствие которой остается невысокой маршрутная скорость пассажирских поездов, связана с их длительными, в т. ч. техническими стоянками. Так, летним графиком 2016 года предусмотрено, что поезд № 293 Мурманск - Анапа простаивает в Бологое 90 минут, в Прибыtkово 65 минут, в Петрозаводске – 85 минут и ещё на 6 станциях по полчаса и более. Поезд № 295 Петербург - Казань находится в пути почти 28 часов, из них около 5 часов занимают технические стоянки и 55 минут стоянка в Москве. Имеется ещё ряд подобных примеров.

Представляется важным обратить внимание не только на продолжительность стоянки поезда, но и на время суток. Ночью такие стоянки, как правило, не вызывают нареканий пассажиров, но днём жалобы неизбежны. Причины жалоб пассажиров – духота в вагонах, поскольку кондиционеры во время стоянок не работают, также возникают проблемы с туалетами, в т. ч. и с экологически чистыми, т. к. полностью не решены вопросы с их очисткой в пути следования.

Перечисленные примеры доказывают, на наш взгляд, что в квалифицированно, технологически правильно разработанном графике движения поездов не учтены особенности пассажирских вагонов и потребности пассажиров, ради которых организуется движение пассажирских поездов. Получается, что у разработчиков графика движения не сформирована соответствующая компетентность.

Поездки в описанных условиях не добавляют привлекательности путешествию поездом. Авторы не оставляют надежды, что проведённое исследование окажет влияние на разработку квалифицированных и компетентных нормативных документов в дальнейшем. В свою очередь, формирование корпоративных компетенций обеспечит конкурентоспособность железнодорожных пассажирских перевозок.

Список литературы

1. Белозеров О.В. / Официальный Интернет-ресурс ОАО «РЖД» [Электронный ресурс]. Код доступа http://press.rzd.ru/smi/public/ru?STRUCTURE_ID=2&layerid=5050&refererLayerId=5049&id=293654 [Режим доступа 20.10.2016].
2. Орехов С.А. Корпоративный менеджмент. Москва. Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°». 2013.
3. Закон города Москвы от 5 мая 2010 года № 17 «О Генеральном плане города Москвы» [Электронный ресурс]. Код доступа <https://stroi.mos.ru/generalnyi-plan-razvitiya-moskvy?yclid=6213498423372418017&from=cl>.
4. Инструкция по расчету наличной пропускной способности железных дорог. Утверждена распоряжением ОАО «РЖД» от 17 ноября 2011 г. № 2464р.

ПСИХОЛОГИЯ УПРАВЛЕНИЯ ИННОВАЦИЯМИ: СОДЕРЖАНИЕ И РОЛЬ ПРЕДМЕТА В ПОДГОТОВКЕ ЛИДЕРОВ ИННОВАЦИЙ

Лукьянов Александр Сергеевич – доктор экономических наук, профессор, консультант по управлению

Русское Академическое общество Эстонии, Эстония, Таллин

Аннотация. Рассматриваются методологические подходы к исследованию проблем психологии управления инновациями и программам её изучения в вузах. Углубление изучения психологических дисциплин автор рассматривает как шаг к повышению качества инновационного управления.

Ключевые слова: инновации, управление инновациями, психология управления, принятие решений, высшее образование, программы обучения.

THE PSYCHOLOGY OF INNOVATION MANAGEMENT: THE CONTENTS AND THE ROLE OF SUBJECT FOR THE PREPARATION OF INNOVATION LEADERS

*Lukjanov Aleksandr S. – Doctor of Economical Sciences, Professor, management consultant
Russian Academic Society of Estonia, Estonia, Tallinn*

Abstract. Methodological approaches to research of the problems the psychology of innovation management and its study programs in universities. Deepening the study of psychological disciplines author considers as a step towards improving the quality of the innovation management.

Keywords: innovation, innovation management, psychology of management, decision making, higher education, training programs.

Повышение качества разработки и успешная реализация стратегий инновационного развития любого предприятия и всей сферы транспортной логистики предполагает вовлечённость в решение данных вопросов большинства работников, более полное использование их творческого потенциала. Обеспечение их выполнения лежит, прежде всего, на плечах первых руководителей. От их мотивации, управленческих способностей и настойчивости зависят конечные результаты и эффективность инновационной деятельности на любом уровне. Такое понимание неизбежно ставит вопросы не только о том, как они сегодня справляются с этими задачами, но и о качестве управленческой и инновационной подготовки специалистов в вузах и путях их улучшения.

Почему важно обращать внимание на подготовку всех специалистов, а не только руководителей и предпринимателей? Ответ простой: многим из них в будущем суждено стать лидерами инновационных преобразований, но отношение, способности и готовность к таким преобразованиям закладываются уже сегодня, в процессах воспитания и обучения в школах и вузах. В данной статье автор остановится на одном из недоиспользованных направлений решения встающих здесь проблем – повышении уровня психологических знаний руководителей об управлении инновациями. Существование различных точек зрения по этому вопросу требует, прежде всего, уточнить саму область таких знаний.

В основе понимания **круга задач** психологии управления инновационной деятельностью лежит видение **модели предприятия** как ориентированной на инновации сложной **социобиотехноэкономической системы**, действующей в условиях более крупных социобиотехноэкономической (искусственно созданной) и экологической (естественной) систем. Более подробное описание такой «живой» модели приведено в работе автора [1]. Каждая составляю-

щая её единица есть одновременно своеобразный **социопсихологический узел**, особенности которого должны учитываться в управлении. Взятые вместе со сложившимися взаимосвязями, они образуют **социопсихологическую модель** предприятия. Успешное развитие такой системы требуют от руководства поддерживающих друг друга решений по целям, ресурсам и механизмам действия всех её составных частей и их эффективной взаимоувязке, в том числе - по направлению, организации течения, согласованию и увязке психологических процессов. Формирование необходимых для этого знаний и умений, взглядов, мотивационных установок предопределяет требования к управленческой подготовке специалистов. Одним из них сегодня становится более глубокое овладение совокупностью психологических **знаний и методов** управления, отвечающих предложенному выше системному видению строения и деятельности предприятия [1]. В будущем их значение будет только возрастать, что объясняется ростом роли человеческого фактора в развитии экономики, особенно роли руководителей, и требованиями к качеству управления. Здесь важно подчеркнуть, что любое управленческое действие и его результаты основано на решениях руководителя, связано с особенностями его личностных черт и психологией поведения в этой роли.

В науке об управлении сложились два взаимосвязанных направления его исследования: теория принятия рациональных решений и психологическая теория. Представители первого из них обращают главное внимание на то, как принять более рациональное решение, как выбрать из возможных вариантов наилучшее. Ответы на эти вопросы они ищут в совершенствовании методов, правил и процессов их принятия. Психологическая теория главным объектом исследования считает поведение руководителей, пытается объяснить, как психологически они действуют при **принятии** и **выполнении** решений, как выбирают и оценивают их, почему допускают ошибки и как их избежать [2]. Усиление внимания к инновациям добавило к ней вопросы о психологии творческого мышления, процессах поиска и рождения новых идей [3]. Оба направления важны для обеспечения эффективного управления и должны лежать в основе управленческой подготовки специалистов, многим из которых суждено в будущем стать руководителями подразделений и предприятий. Сегодня же в программах обучения в вузах Эстонии и России, а также в США и в ряде других стран их тесной увязки, как правило, нет. Вопросы технологий рационального управления чаще имеют определённый приоритет и рассматриваются более полно по сравнению с психологическими, хотя отдельные психологические темы изучаются в курсах основ управления, управления персоналом, или, что практически равнозначно, человеческими ресурсами (стили управления, лидерство, деловое общение, мотивация и др.) и в ряде специальных психологических предметах (психология лидерства, предпринимательства, делового общения, рекламы, конфликтов). По этим же причинам пока недостаточное внимание уделяется также психологическим вопросам управления инновационными процессами и их особенностям в разных областях деятельности (технично-технологической, экономической, логистической, научной, педагогической, здравоохранительной и др.), анализу связанных с ними достижений и ошибок. Можно добавить, что в обеих странах трудно найти и соответствующую учебную литературу – в Эстонии, например, она представлена в основном переводной литературой, затрагивающей лишь отдельные разделы этой области знаний. В России ситуация, по оценке автора, выглядит несколько лучше: здесь издан ряд учебников и учебных пособий, шире или уже раскрывающих эту тему (Кабаченко Т. С., Ильин Е. П., Чередниченко И. П. и Тельных Н. В.), но встают вопросы о запросе на них по программам обучения, их доступности для учебных заведений страны и привязанности к различным сферам деятельности, например, такой разнообразной как транспорт [4].

Говоря о различных областях деятельности, автор хочет подчеркнуть, что реализация инновационных стратегий страны или отрасли предполагает в конечном итоге развитие и **обновление всех видов организаций** человеческой деятельности, системное решение встающих здесь вопросов. Именно из этого вытекает вывод о необходимости обучения более широкого круга будущих специалистов, предпринимателей и руководителей основам психо-

логии и управления инновационно-творческой работой. Судя по программам обучения, такого понимания вопроса и нацеленности на его решение в вузах Эстонии, где идет подготовка специалистов по логистике (Таллинский технический университет, высшая школа предпринимательства «Майнор»), не наблюдается.

Анализ программ обучения и требований образовательных стандартов показывает, что в России похожее положение. Например, в действовавшем до начала 2016 г. Федеральном государственном образовательном стандарте подготовки бакалавров по менеджменту (направление подготовки 080200) не было отдельно выделенного предмета «психология управления», был более общий – «психология», включающий в себя и эту область. В том же стандарте предусматривалось изучение, как самостоятельных, предметов по лидерству, деловому общению, а в теории управления – вопросов организационного поведения, где могли рассматриваться и проблемы психологии управления инновациями (как они изучались на практике – вопрос, требующий более глубокого анализа). Часть названных вопросов могла изучаться (но не гарантировано) в предметах по управлению персоналом или человеческими ресурсами.

Новый Федеральный государственный образовательный стандарт подготовки бакалавров по менеджменту (направление подготовки 38.02.03), утвержденный 12.01.2016 г. приказом министра образования и науки Российской Федерации, такой детализации не содержит. Выбор предметов обучения теперь относится к компетенции самих вузов, хотя они всё же должны (кроме установленных требований к приобретаемым компетенциям выпускников) ориентироваться на примерные основные программы подготовки соответствующих специалистов. А они, скорее всего, будут опираться на ранее действовавшие и уже апробированные программы обучения. Добавим к тому, что в стандарте среди компетенций будущего менеджера почему-то нет такой, как способность использовать психологические знания и методы управления, что не может не вызывать недоумения

Стандарт высшего образования в Эстонии (принят в 2008 г.) строится аналогично, но, в отличие от российского, он не выделяет требований к будущим компетенциям отдельных специалистов. Такие требования являются общими для всех специальностей данного уровня подготовки, например, для бакалавров или для магистров. В стандарте нет также ссылок на примерные базовые программы, но указано на необходимость обеспечения их соответствия квалификационным требованиям к соответствующим специальностям: часть из таких требований ещё только разрабатывается.

Таким образом, даже при обучении будущих специалистов по управлению со степенью бакалавра формированию знаний по психологии управления, в том числе – инновациями, и не только в Эстонии и России, пока уделяется недостаточное внимание. В программах подготовки экономистов и тем более инженеров, логистиков и других специалистов психологических предметов еще меньше. В утвержденных для них планах обучения лишь по отдельным специальностям можно найти такие предметы как управление инновациями или изменениями и психология управления. Чаще это будущие специалисты по персоналу. Для других такие знания не считаются важными. Между тем **психологические** вопросы управления на практике становятся **экономическими** при принятии и обеспечении выполнения **всех управленческих решений**: маркетинговых, организационных, технических, кадровых и т. д., определяют многие стороны компетентности и эффективности работы всех руководителей.

Понимание содержания предмета «психология управления инновационной деятельностью» тесно связано с пониманием предмета «психология управления», составной частью которого она выступает. Анализ специальной литературы и содержания программ обучения в вузах Эстонии (Тартуский университет, Таллинский технический университет, Таллинский университет и др.), а также в России, США и Великобритании позволяет сказать о сохранении двух разных подходов к его видению. При первом в предмет включаются (шире или уже по охвату различных областей) все вопросы психологии деятельности организации (личность

и поведение руководителей, коллектива и отдельных работников и т. д.) [5]. Этот подход частично отражен и в курсе «Организационное поведение» (точнее было бы название «Поведение организации»), который предлагается студентам ряда специальностей всех перечисленных вузов. При втором, более распространенном, к нему (также, шире или уже) относят только психологию управленческой деятельности руководителей (личность руководителя, его психическое состояние, поведение в процессе управления при выполнении различных управленческих функций, при деловых контактах, конфликтах, в стрессовых и кризисных условиях и пр.) [6].

Такое видение предмета более логично и соответствует его названию, но должно включать весь комплекс вопросов, связанных с психологией личности руководителя и его управленческой деятельности в различных сферах, при принятии и обеспечении выполнения различных управленческих решений. Такой же подход должен применяться к определению содержания предмета психологии управления инновационной деятельностью. Им должен охватываться весь цикл управленческой деятельности, связанной с инновациями предприятия, начиная с личности руководителя как новатора и, образно, методов соответствующей «настройки и поддержания его душевного механизма», психологических проблем планирования и рождения новых идей до их претворения в жизнь и распространения [3]. Разумеется, предварительно студенты должны освоить курс основ инновационного управления.

В психологии управления инновациями можно выделить три взаимосвязанные грани: психология личности руководителя и психология его поведения во внутренней и внешней среде организации как новатора и проводника нового. Такое деление исходит из понимания зависимости поведения человека в этой роли от сложного взаимодействия его индивидуальных качеств (способностей, знаний, опыта, черт характера: уверенности, самостоятельности, активности и т. д.) и факторов ближней и дальней среды. Оно логично предопределяет общую структуру программы целостного (а не отдельных направлений) обучения по этой дисциплине.

Одни из центральных мест в нём призваны занять раскрытие психологических механизмов процессов:

а) формирования качеств, убеждений и представлений о себе как будущем руководителе-новаторе и о его будущем и достаточно способном к инновациям предприятии, об их роли в обществе, целях деятельности и управления, системе ценностей;

б) выбора методов управления, моделей поведения в различных областях и условиях внешней и внутренней среды, с различными группами людей;

в) мышления при поиске, разработке, оценке и принятии инновационных решений и обеспечения их выполнения.

Известно, что система ценностей и мировоззрение (менталитет) руководителя выступают одними из главных психологических факторов при оценке ситуации и принятии управленческих решений в области инноваций. Нацеленность на формирование у студентов убеждений, взглядов на себя и команду предприятия как будущих активных новаторов, развитой критической самооценки и пониманий того, как психологически, какие и почему принимаются решения по управлению инновациями на предприятии, какие они могут принести выигрыши и риски, на выработку соответствующих навыков можно считать одной из главных задач в подготовке специалистов и руководителей [1]. Решение такой сложной задачи не сводится к освоению одного-двух предметов по управлению инновациями, а должно обеспечиваться всей системой обучения в вузе, созданием и поддержанием в нём творческой атмосферы при изучении большинства предметов. Навыки творческой работы в период обучения в одних областях развивают способности к творчеству в других областях, создают у студентов основу для инновационных решений в будущей работе как руководителей. Надо учитывать также, что для реализации такой задачи потребуется подготовка соответствующих преподавателей и соответствующих учебных материалов.

Бесспорно, каждый руководитель должен знать и учитывать при принятии и обеспечении выполнения инновационных решений особенности психологии поведения работников и их групп, психологию поведения покупателей и конкурентов, психологию творчества в профессиональной деятельности, быть в определённой мере психологом, но это относится к знанию особенностей объекта управления и его внешней среды, что также важно для изучения (и без чего не построить грамотное управление), но выходит за более узкие границы предмета психологии управления. Совместно эти вопросы могут быть рассмотрены в более широком курсе «Психология поведения организации» (или «Психология управления поведением организации»), составной частью которого стали бы вопросы её инновационного поведения.

В углублении изучения в вузах психологии управления инновационными процессами и освоении накопленного практического опыта в этой области автор видит важный шаг к более эффективному управлению инновациями, улучшению качества подготовки лидеров перемен в транспортной логистике и в целом в экономике страны. Как предмет обучения он расширяет возможности для исследовательской работы, активизации учебного процесса, для развития инициативы, предприимчивости, творческих и управленческих способностей студентов и вправе занять надлежащее место в учебном процессе. Введение его как самостоятельного, как предмета по выбору или как составной части таких предметов как основы управления, управление инновациями, психология управления и т. д. – это выбор каждого вуза и особенностей построения его программ обучения. Главное – понять его важность и не откладывать решение всех связанных с его введением в программы обучения вопросов в долгий ящик.

Список литературы

1. Лукьянов А.С. Вопросы психологии управления инновационными рисками в инженерно-экономической подготовке специалистов // Вестник Южно-российского гос. техн. университета. Серия: соц.-экономические науки. Новочеркасск: Южно-российский гос. техн. ун-т. 2015. № 3. С. 68-77.
2. Козелецкий Ю. Психологическая теория принятия решений. М.: Прогресс. 1979. 504 с.
3. Лукьянов А.С. Инноватика и инновационное управление: Учеб. для вузов. Тлн.: Русское Академ. Общество Эстонии. 2015. 520 с. [Электрон. изд.: CD-ROM].
4. Сток Дж. Р., Ламберт Д. М. Стратегическое управление логистикой. М.: ИНФРА-М. 2005. 830 с.
5. Чередниченко И.П., Тельных Н.В. Психология управления / Серия «Учебники для высшей школы». Ростов - на/Д.: Феникс. 2004. 608 с.
6. Кабаченко Т.С. Психология управления. Учеб. пособие. М.: Педагогическое общество России. 2005. 384 с.

ТРАНСПОРТНО–СКЛАДСКИЕ СИСТЕМЫ В ЭКОНОМИКЕ СТРАНЫ

*Маликов Олег Борисович – доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО
Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I*

Аннотация. Эти системы обычно называют просто «Транспортно-грузовыми», однако более точно их следует назвать «Транспортно-складскими», так как это название сразу раскрывает их структуру, как систем состоящих из двух основных частей. Эти два основных типа подсистем – транспорт и склады – соединяют эти системы с экономикой страны. Они служат инфраструктурой экономики и существенно влияют на ее эффективность.

Ключевые слова: транспорт, склады, инфраструктура.

TRANSPORTATION AND STORAGE SYSTEMS IN STATE ECONOMY

Malikov Oleg B. – Ph.D, Professor, Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University

Abstract. These systems usually are called just “Cargo Transportation Systems”, however more precisely they should be named “Transporting and Storage” ones, because this name at once displays their structure as systems, contained two main parts which they include. These two parts – transport and warehouses- unite these systems with whole economy of a state. They serve as infrastructure of economy and significantly influence on its efficiency.

Keywords: transport, storage, infrastructure.

Экономика страны состоит из трех основных сфер – сферы производства, сферы распределения и сферы потребления. Эти сферы соединяются транспортными системами, так что продукция, произведенная в сфере производства, перемещается через сферу распределения в сферу потребления, становясь товаром и достигая цели своего изготовления – удовлетворять потребности предприятий в продукции производственно-технического назначения (B2B – Business To Business – по зарубежной английской терминологии) или товаров широкого потребления (B2C – Business To Customers – по английской терминологии).

Объектам складского назначения до последнего времени не придавалось достаточного значения. Однако развитие теории логистики показывает, что транспорт не может выполнять эффективно свои функции по доставке грузов потребителям, если он не имеет в начале процесса транспортировки и в конце его – объектов складского назначения. Для того чтобы перевозить грузы не достаточно иметь транспортные средства и системы. Надо еще иметь объекты, откуда можно взять грузы в начале для транспортировки, и в конце транспортировки, чтобы грузы куда-то разгрузить с транспортных средств для дальнейшей передачи в сферу потребления. Наша страна по развитию складов отстала на 40-50 лет от так называемых экономически и индустриально развитых стран. За последнее время отношение к складам меняется, но, как правило, в теоретическом отношении многим не понятно – зачем нужно создавать склады и грузовые терминалы в цепях поставок и в логистических системах.

Теория деловой логистики (при правильном ее понимании) дает ответ на вопрос, почему транспорт и склады представляют собой единую транспортно-складскую систему.

К сожалению, несмотря на то, что у нас издается много книг и статей по логистике, выпускаются специалисты, проводятся семинары и конференции, но логистика еще приме-

няется не достаточно для проектирования, организации и управления транспортно-складскими системами доставки грузов. Основная причина этого состоит в том, что деловую логистику разные специалисты понимают по-разному и даже рассматривают ее просто как одно течение в экономике и управлении грузопотоками. Некоторые экономисты даже считают, что логистика – это просто новое название материально-технического снабжения предприятий. При этом основное внимание уделяется экономическим расчетам, планированию и управлению, а не реальным процессам перевозок грузов, которые нужны потребителям. При этом в стороне остаются не рассмотренными сами реальные перевозки грузов. Но ведь формированием эффективных грузопотоков занимались и ранее, и таким образом не получается никакого развития и движения вперед. Транспортники вообще считают, что логистика – это просто перевозки. Поэтому, например, в составе ОАО РЖД создали два разных подразделения: РЖД-Логистика и Центральная дирекция управления терминально-складским комплексом, разъединив, таким образом, перевозки, склады и грузовые терминалы (то есть транспорт работает отдельно, склады работают сами по себе). В действительности логистика привносит новые методические принципы организации эффективных грузопотоков, которые всегда должны начинаться и заканчиваться на складах.

Логистику можно определить как комплексную систему методических правил, технических средств и действий, направленных на организацию, планирование и управление эффективными грузопотоками и осуществление их с целью, соответствующей стратегии предприятия и потребностям целевого сегмента экономики. Интересно отметить, что во всех зарубежных определениях логистики обращается внимание именно на реальное осуществление перевозок, а не только на планирование и управление. К тому же управлять можно только уже созданным процессом перевозок, а не только еще запланированным.

Комплексной логистику можно назвать именно потому, что она включает материальные потоки, процессы и информационное обеспечение перевозок, включая их финансовое обеспечение.

Системой можно считать деловую логистику тогда, когда она создана на основе Общей теории систем, с формулированием и определением цели системы, элементов, структуры функционирования, взаимодействия с внешней средой, анализа результатов.

Методические правила логистики – это 12 основополагающих принципов, применяемых при организации грузопотоков:

- системная методика создания логистической системы перевозок;
- работа на потребителя (то, что сейчас на железнодорожном транспорте пытаются назвать новым словом «клиентоориентированность»);
- приоритет распределения над изготовлением товара (не производить товаров и услуг, не нужных рынку);
- оптимальный уровень обслуживания клиентов (не очень высокий, так как он может быть очень дорогим, неприемлемым для потребителя, и не очень низким, чтобы не потерять клиента);
- семь нужных потребителю характеристик логистического процесса: ТКВМКС-Ц – нужный товар (Т), в нужном количестве (К), в нужное время (В), в нужное место (М), нужного качества (второе К), в нужном состоянии (С), по приемлемой конкурентоспособной цене (Ц);
- анализ логистического процесса с конца (от рынка) в направлении, обратном направлению грузопотока;
- при совершенствовании одного звена логистической цепи рассматривать всю цепь доставки грузов;
- иметь полную информацию о грузах, поставщиках, потребителях, видах транспорта, партнерах, конкурентах, нормативных актах и т.д.;

— иметь базу данных по стоимости элементарных логистических операций (материальных и информационных);

— варианты организации грузопотоков рассматривать на основе расчетов и сравнения технико-экономических показателей;

— вопросы с партнерами решать на основе понимания их интересов, взаимных уступок и компромиссов;

— не пренебрегать «мелочами», так как из них могут возникнуть серьезные технические и экономические проблемы.

Транспортно-складская система страны представляет собой совокупность множества разнообразных логистических цепей и цепей поставок, в которых к тому же участвуют разные виды транспорта. При этом каждая логистическая цепь представляет собой упорядоченную последовательность складов разного типа и назначения, соединенных транспортными звеньями. Особенность складов, как компонентов систем доставки грузов, состоит в том, что они (в отличие от промышленных предприятий) не создают новую потребительскую стоимость, т.е. новые товары. В логистических цепях склады играют роль преобразователей грузопотоков по принципу деловой логистики ТКВМКС-Ц – с тем, чтобы каждый компонент в цепи поставок получал грузопоток с теми параметрами, которые ему нужны в соответствии с указанными характеристиками.

В логистической цепи участвуют склады разных типов (склады готовой продукции, склады материально-технического снабжения, торговые склады оптовой и розничной торговли, производственные склады промышленных предприятий, таможенные склады, перевалочные склады и грузовые терминалы на магистральном транспорте и т.д.) и каждый склад в соответствии со своим местом в логистической цепи, типом и назначением изменяет параметры грузопотоков для последующих складов в логистической цепи. Так что конечный потребитель (предприятие или покупатель в розничной торговой сети) получает грузопоток с нужными ему параметрами.

К параметрам грузопотока относятся следующие характеристики: размеры и число наименований грузов в транспортной партии, типы и параметры транспортной тары и упаковки и укрупненных грузовых единиц, интервалы или моменты времени прибытия транспортных партий, вероятностные характеристики всех этих параметров. Склады осуществляют преобразования всех или части из этих характеристик так, что параметры выходящего грузопотока не равны параметрам входящего грузопотока. В этом состоит функция складов в логистических цепях и цепях поставок. Склады разного типа и назначения создаются в пунктах взаимодействия разных производственных и транспортных систем и служат не для хранения грузов (как часто считают), а для логистического преобразования грузопотоков.

По этим принципам формируются все множество логистических цепей и систем в стране. Поэтому склады неотделимы от транспортных систем и всегда должны рассматриваться совместно с ними как единая технико-экономическая система. До последнего времени железнодорожный транспорт вообще не хотел заниматься складами, считая, что их задача – просто перевозки грузов. Однако развитие экономики в условиях товарно-рыночных отношений и конкуренции показало ошибочность этой позиции, так как он стал терять грузопотоки из-за отсутствия у себя хорошо оснащенных складов.

Решение ряда транспортных проблем на основе теории деловой логистики применительно к железнодорожному транспорту можно показать на нескольких примерах. При решении этих проблем важно понимание роли перегрузочно-складских комплексов как составной части транспортно-складских систем страны.

Наиболее острыми проблемами для железнодорожного транспорта являются наличие «брошенных» поездов на припортовых дорогах и малая скорость доставки грузов потребителям (12-15 км/час). Из-за этих проблем железнодорожный транспорт несет каждый год многомиллиардные убытки, и они не могут быть решены в течение многих десятилетий.

Перегрузку внешнеторговых грузов с железнодорожного на морской транспорт и в обратном направлении обычно пытаются решать путем своевременного и ритмично подвода транспортных средств (поездов и грузовых судов) к портам, чтобы осуществить прямую перегрузку грузов из вагонов в суда или из судов в вагоны. В результате перед портами накапливаются десятки поездов в ожидании подхода судов. Таких «брошенных» поездов в отдельные моменты времени накапливается до 150-200 на трех припортовых дорогах (Октябрьская, Северо-Кавказская, Дальневосточная). Однако в этом случае имеет место взаимодействие двух совершенно разных транспортных систем и прямая перегрузка грузов не возможна без простоев поездов или судов. В портах следует строить перевалочные хорошо оснащенные грузовые терминалы для перегрузки грузов с одного вида транспорта на другой. В этих случаях, если поезд пришел с грузом и судно уже стоит в порту, осуществляется прямая перегрузка грузов из вагонов в судно. Если судно еще не подошло, грузы из вагонов разгружаются на терминал, загружаются другим (импортным) грузом и уходят из порта без больших простоев. Если судно пришло с грузом, а порожних вагонов пока нет, оно загружается со складов терминала, а по мере подхода груженых поездов может быть выполнена также и прямая перегрузка грузов из вагонов в судно. Прямая перегрузка в этих случаях всегда затруднительна, так как вес груза в поезде 3-4 тыс. т, а грузоподъемность судна может быть 50-60 тыс., так что для прямой перегрузки надо накапливать 16-17 груженых поездов для полной загрузки судна.

Другая проблема железнодорожного транспорта – медленная доставка грузов (со средней скоростью 12-15 км/час) по сравнению с другими видами транспорта (речной транспорт – 20-25 км/час, автомобильный транспорт – 60-70 км/час). Причинами такой низкой скорости доставки грузов железнодорожным транспортом является сложность железнодорожной сети, технологии и маршрутов движения вагонов, плана формирования поездов, простои вагонов под накоплением на сортировочных и промежуточных участковых технических станциях, в ожидании поездных локомотивов, локомотивных бригад, маневровых перестановок вагонов и т.д. Пока груженые вагоны простаивают во всех этих стадиях железнодорожных технологий, потребители ожидают доставки их грузов и несут большие финансовые потери, так как грузы уже оплачены, а продать их на рынках невозможно. К сожалению, убытки грузовладельцев и самого государства от омертвления капитала в запасах грузов при транспортировке никто не считает. Велика себестоимость доставки грузов железнодорожным транспортом, который также несет большие убытки от многочисленных железнодорожных операций с груженными и порожними вагонами. В настоящее время перевозки грузов железнодорожным транспортом осуществляется на основе плана формирования поездов с перемещением вагонопотоков между сортировочными и участковыми техническими станциями, на которых осуществляется расформирование и формирование поездов.

Следует рассмотреть новую технологию перевозок грузов железнодорожным транспортом, основанную на перевозках в полносоставных маршрутных поездах между узловыми грузовыми терминалами регионов, обращающихся по расписанию и твердым ниткам графика. Такие поезда могут быть заадресованы на станции примыкания подъездных путей узловых терминалов и следуют, минуя сортировочные станции. Потребители заранее покупают грузовые места в маршрутном поезде (1-2 вагона или контейнера или их часть) и за сутки до даты отправления поездов завозят свои грузы на терминал, где грузы подготавливаются к отправке. Прибывший маршрутный поезд проходит на станции примыкания операции по прибытию, подается на пути терминала (полностью или частями), разгружается и загружается подготовленными для него грузами, подается на станцию примыкания подъездного пути и отправляется в рейс с минимальными задержками и простоями. Так же обрабатывается маршрутный поезд на узловом терминале прибытия. Грузы могут накапливаться на терминалах, но стоимость их временного хранения значительно меньше (в 7-8 раз меньше) по сравнению с простоями груженых вагонов под накоплением при существующей технологии. Кроме этого важно, что осуществляется сдвоенная грузовая операция разгрузки-погрузки,

снижаются порожние пробеги вагонов, вагоны сразу высвобождаются для перевозок и не простаивают на станциях, занимая приемоотправочные пути.

Применение методических принципов деловой логистики позволит значительно усовершенствовать работу железнодорожного транспорта и привлечь большие грузопотоки для перевозок, увеличивая доходы транспорта и бюджета. Аналогично можно проанализировать работу и других транспортно-складских систем страны.

Список литературы

1. Аксенов И.Я. Единая транспортная система. – М.: Транспорт. 1980. 213 с.
2. Аникин Б.А. Логистика. – М.: ИНФРА-М. 2000. 352 с.
3. Бенсон Д., Уайтхед Дж. Транспорт и доставка грузов: Пер. с англ. – М.: Транспорт. 1990. 279 с.
4. Дыбская В.В. Управление складом в логистической системе. – М.: КИА Центр. 2000. 110 с.
5. Информационные технологии в транспортной логистике. – М.: КИА Центр. 2000. 86 с.
6. Маликов О.Б. Перевозки и складирование товаров в цепях поставок. – М.: Издательство УМЦ по образованию на ж.д. транспорте. 2014. 536 с.
7. Маликов О.Б. Склады и грузовые терминалы. – СПб.: «Бизнес-пресса». 2005. 648 с.
8. Маликов О.Б. Складская и транспортная логистика в цепях поставок. – СПб.: Питер. 2015. 400 с.
9. Маликов О.Б. Деловая логистика. – СПб.: Политехника. 2003. 223 с.
10. Основы логистики /под. ред. Щербакова В.В. – СПб.: Питер. 2009. 432 с.
11. Маликов О.Б. Деловая логистика. – СПб.: Политехника. 2002. 223 с.
12. Маликов О.Б. Проектирование автоматизированных складов штучных грузов. – Л.: Машиностроение. 1980. 240 с.
13. Маликов О.Б. Склады гибких автоматических производств. – Л.: Машиностроение. 1986. 187 с.
14. Маликов О.Б., Малкович А.Р. Склады промышленных предприятий. – Л.: Машиностроение. 1989. 672 с.
15. Неруш Ю.М. Логистика: общая концепция, теория, практика. – СПб.: Инвест-НП. 1996. 232 с.
16. Правила перевозок грузов. Ч. 1, 2. – М.: МПС. 1985. 384 с.
17. Сергеев В.И. Менеджмент в бизнес-логистике. – М.: Филин. 1997. 772 с.
18. Уваров С.А. Логистика: общая концепция, теория, практика. – СПб.: Инвест-НП. 1996. 232 с.
19. Юнеман Р. Поток материалов и логистика. – Берлин: Шпрингер. 1989. 512 с.
20. Tompkins J., Smith Jr. The Warehouse management Handbook. – New York: McGraw-Hill Inc. 1988. 702 p.

МЕТОДИКА ТЕСТИРОВАНИЯ КОДЕРОВ НА ОСНОВЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЬНОЙ ВЫБОРКИ ТРАНСПОРТНЫХ СЮЖЕТОВ

Еид Муса Мухамед – кандидат технических наук, доцент, кафедра информационно-измерительных систем и технологий Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ», Сирийская Арабская Республика

Альмахрук Мухиб Мухамед – аспирант, кафедра систем автоматизированного проектирования Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ», Иордания

Костикова Елена Валентиновна – кандидат технических наук, доцент, кафедра математического моделирования и прикладной информатики Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова

Фахми Шакиб Субхиевич – доктор технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории проблем развития транспортных систем и технологий ФГБУН Институт проблем транспорта имени Н. С. Соломенко Российской академии наук

Аннотация. Предложен алгоритм оценки эффективности различных методов сжатия изображений (методов кодирования источника) на основе введенной меры нестационарности. Сформирована методика оценки эффективности, использующая представительную выборку транспортных сюжетов, ранжированных по нестационарности и широкополосности.

Ключевые слова: мера нестационарности, широкополосность, классификация изображений, представительная выборка транспортных сюжетов, статистики изображения.

METHODS OF TESTING ENCODERS BASED ON A REPRESENTATIVE SAMPLE OF THE TRANSPORT PLOTS

Eid Musa Muhamed – PhD, docent, Saint-Petersburg Electrotechnical University “LETI”, Syrian Arab Republic

Almahrouk Muhib Muhamed – graduate student, Saint-Petersburg Electrotechnical University “LETI”, Jordan

Kostikova Elena V. – PhD, docent, Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping

Fahmi Shakib Subhievich – Doctor of Technical Sciences, docent, Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences

Abstract. An algorithm for assessing the effectiveness of various image compression methods (methods of source coding) based on the introduced measures of non-stationarity. Devised a method of performance evaluation, using a representative sample vehicle images, ranged according the unsteadiness and the bandwidth supports.

Keywords: measure intermittent, broadband, image classification, representative sample plots of transport, statistics of the image.

Введение

Разработчики стандартных алгоритмов кодирования источника стремятся создать универсальный алгоритм, обеспечивающий наилучшее субъективное качество передачи сигнала при его неизвестных и переменных статистических свойствах в пространстве и времени и при неформализованных (скрыто учитываемых) ограничениях скорости передачи и слож-

ности кодирующих устройств. Несмотря на то, что создатели метода кодирования источника на основе вейвлет-преобразования отмечают [1], что оно дает хорошие результаты при сжатии нестационарных сигналов, почти все подобные исследования не учитывают в явном виде изменения статистик сигналов в пространстве и времени при постановке задачи, и оговорки о скорости изменения сигнала в пространстве и времени в лучшем случае всплывают где-то в середине или даже в конце изложения. При этом каждый исследователь считает свой вклад в кодирование телевизионных сигналов шагом к такому универсальному кодированию, качество которого определяется экспертной оценкой [2]. Вместе с тем, представляется перспективным применение известных результатов теории передачи информации при разработке и объективной оценке эффективности кодеков в процессе обработке видеoinформации, полученной от различных камер в транспортных системах наблюдения, не только в части кодирования канала, но и в части кодирования источника, сигнал которого априори не определен и нестационарен [3].

Методика оценки алгоритмов кодирования непрерывных источников. Основные проблемы, стоящие перед разработчиками интеллектуальных транспортных систем кодирования видеoinформации, для которых проблема зашумленности источника не очень актуальна в силу доступности контента с большим отношением сигнал/шум, – это:

– проблема априорной неопределенности статистик сигнала и помех (в силу необозримого разнообразия статистик эта проблема решена лишь для ряда простых наборов априорной информации, и главным достижением теории вычислительных систем является выделение двух направлений разработки: устойчивых алгоритмов и адаптивных алгоритмов) [4];

– проблема нестационарности кодируемых сигналов (в силу необозримого разнообразия статистик эта проблема так же, как и проблема априорной неопределенности, решена лишь для ряда простых наборов нестационарности, и главным достижением информационной теории систем является выделение класса кусочно-стационарных сигналов и алгоритмов обнаружения интервалов стационарности или сегментации сигналов и изображений) [5];

– проблема сложности кодирования состоит в формализации связи трёх величин: точности передачи, скорости передачи и сложности кодера (декодера); решение этой проблемы особо актуально при создании видеосистем на кристалле ограниченной площади, для которой известны решения лишь для некоторых типов кодирования [3].

Ниже акцент делается на проблеме нестационарности сигналов, без учёта сложности алгоритма кодирования источника и его аппаратной реализации. Разработчики алгоритмов кодирования проверяют эффективность их работы на некоторой выборке различных сюжетов, негласно полагая, что эта выборка является представительной. Так как речь идёт о кодировании нестационарных сигналов, то для сравнения эффективности кодирования различных алгоритмов в работе разработана методика для оценки эффективности, учитывающая две меры нестационарности и широкополосности и включающая следующие этапы:

- 1) ввести меру нестационарности сигналов изображений;
- 2) разработать алгоритм вычисления введённой меры;
- 3) определить границы изменения этой меры для очень большой выборки сигналов (заведомо представительной);
- 4) произвести разбиение интервала изменения этой меры на несколько (по возможности равных) интервалов, количество которых должно быть достаточным для уверенности в представительности выборки;
- 5) отобрать изображения, принадлежащие к выделенным интервалам меры нестационарности;
- 6) провести кодирование сформированной выборки каждым из исследуемых алгоритмов;
- 7) для каждого алгоритма и для каждого элемента выборки оценить значения скорости передачи информации при заданной ошибке передачи (иногда возможна инверсия – оценить ошибку передачи при заданной скорости передачи);

8) при отсутствии статистических данных о вероятностях появления сюжетов с различной мерой нестационарности считать их равновероятными;

9) для каждого алгоритма усреднить по сформированной выборке значения скорости передачи при заданной ошибке (или усреднить ошибку передачи при заданной скорости передачи);

10) сравнить результаты усреднения и выбрать алгоритм, обеспечивающий наименьшую скорость передачи при заданной ошибке (наименьшую ошибку при заданной скорости передачи).

Для реализации предлагаемой методики ключевыми вопросами становятся первые два пункта методики: выбор меры нестационарности сигналов и разработка алгоритма вычисления этой меры.

Меры нестационарности и широкополосности. Для оценки нестационарности сигналов изображений представляется целесообразным воспользоваться методологией статистической радиотехники, в которой используются понятия стационарности в широком и узком смысле, т. е. различают процессы с постоянной/переменной дисперсией и с постоянной/переменной автокорреляционной функцией. Это подсказывает, что обобщенная мера нестационарности должна учитывать совокупное изменение различных статистик S_n сигнала изображения. Это могут быть математические ожидания, дисперсии, интервалы (или коэффициенты) корреляции яркости и цвета и др. Каждая из статистик вычисляется для некоторых интервалов: это могут быть оцененные по отдельным адаптивным алгоритмам интервалы стационарности или априори компромиссно выбранные интервалы. Они должны быть не слишком малыми для получения приемлемых методологических ошибок вычисления статистик и не слишком большими для уменьшения вероятности изменения статистик внутри интервала. Можно считать, что именно такие соображения лежали в основе выбора окна (8×8) элементов при разработке стандартов *MPEG*.

Общая мера нестационарности M должна вычисляться как сумма (в общем случае взвешенная) мер нестационарности отдельных статистик [6]:

$$M = \sum_{n=1}^K M_n .$$

В статье [7] рассмотрена процедура выделения участков нестационарности, основанная на дискриминантной функции. Здесь же для оценки меры нестационарности каждой статистики сигнала предлагается использовать нормированную статистику, вычисляемую аналогично среднеквадратической полосе частот с тем лишь различием, что в формулу должны входить не сами сигналы, а их статистики S_n , вычисляемые отдельно по каждому аргументу. Ниже для упрощения записан один обобщенный дискретный аргумент $i \in [1, N]$. Формула для непрерывных функций непрерывного аргумента включает отношение интегралов от квадрата производной сигнала к интегралу от квадрата самого сигнала. Для дискретных значений статистик можно использовать не производную, а первую конечную разность [6]:

$$M_n = \frac{\sum_{i=1}^{N-1} (S_{n(i+1)} - S_{ni})^2}{\sum_{i=1}^N S_{ni}^2} .$$

Алгоритмы вычисления меры нестационарности можно разбить на два класса алгоритмов, соответствующих детерминированному и адаптивному выбору интервалов усреднения статистик. Адаптивные алгоритмы (например, входящие в состав *Photoshop*) дают оцен-

ки меры нестационарности M с точностью, близкой к потенциальной (характеризуются неоднозначностью результатов в зависимости от назначаемого допустимого отклонения оцениваемой статистики от среднего значения в данном интервале стационарности) и требуют больших вычислительных затрат. Детерминированные алгоритмы оценки многомерных сигналов на порядки проще адаптивных, хотя и обеспечивают несколько большую погрешность оценки меры нестационарности M .

Одним из методов учета нестационарности сигнала при кодировании изображений может быть предварительное выделение зон стационарности, аналогично применяемому в *Photoshop*. Однако реальные изображения имеют произвольные формы зон стационарности, и передача формы этих зон потребует существенного увеличения сложности кодера и пропускной способности канала связи. Поэтому на практике имеет смысл остановиться на приближенной оценке зон стационарности с точностью до прямоугольных областей (для двумерных сигналов) или параллелепипедных областей с пропорциональными сторонами для трехмерных сигналов. С точки зрения экономии вычислительной сложности перспективными являются размеры таких областей, выражаемые целыми положительными степенями числа 2.

В работе для вычисления меры нестационарности рассматривается совокупность статистических характеристик (среднее значение m_i , дисперсия D_i и коэффициент корреляции r_i) исходного изображения, вычисляемые в пределах окна (8×8):

$$M = M_1 + M_2 + M_3 = \frac{\sum_{i=1}^{N-1} (m_{i+1} - m_i)^2}{\sum_{i=1}^N m_i^2} + \frac{\sum_{i=1}^{N-1} (D_{i+1} - D_i)^2}{\sum_{i=1}^N D_i^2} + \frac{\sum_{i=1}^{N-1} (r_{i+1} - r_i)^2}{\sum_{i=1}^N r_i^2}.$$

Важной характеристикой эффективности кодирования изображений различными алгоритмами является скорость передачи информации. В первом приближении она определяется полосой частот, занимаемой сигналом, поэтому очевидно, что характеризовать изображение только лишь коэффициентом нестационарности, значит, не учитывать скорость передачи информации. В связи с этим, наряду с коэффициентом нестационарности, будем учитывать также полосу частот, занимаемую сигналом изображения. Для оценки полосы частот нестационарного сигнала изображений будем использовать формулу, широко используемую в статистической радиотехнике в качестве меры широкополосности [8]:

$$W = \frac{\sum_{i=1}^{L-1} (S_{(i+1)} - S_i)^2}{\sum_{i=1}^L S_i^2},$$

где S_i – значение пикселей, L – число пикселей изображения.

В ходе эксперимента исследовалось большое количество изображений транспортной специфики, и оценивались параметры M и W . Ранжировав все изображения по нестационарности и широкополосности, были выбраны девять изображений, которые составляют компактную представительную выборку транспортных сюжетов. Такой подход позволяет разделять все изображения на изображения с малым, средним и большим значениями нестационарности и широкополосности (рис. 1).



Рисунок 1 – Представительная выборка транспортных сюжетов

В ходе эксперимента исследовалось большое количество изображений и оценивались параметры M и W . Ранжировав все изображения по нестационарности и широкополосности, были выбраны девять изображений, которые составляют компактную представительную выборку сюжетов. Такой подход позволяет разделять все изображения на изображения с малым, средним и большим значениями нестационарности и широкополосности (рис. 1).

В общем случае компактная представительная выборка транспортных видеосюжетов должна включать различные сочетания широкополосности и нестационарности по пространству и по времени. В данной статье для компактности изложения приведена лишь методика сравнения кодеров отдельных кадров изображения при использовании сюжетов, отличающихся шириной полосы пространственных частот и пространственной нестационарностью.

Введение меры нестационарности изображений, наряду с занимаемой изображением полосой частот, может быть использовано в задачах классификации изображений на основе их ранжирования по нестационарности и широкополосности.

Задача классификации изображений стоит во многих отраслях прикладной телевизионной техники – от космических систем землепользования и авиационной разведки до гидроакустики и медицины. В терминах инженерного подхода, сформированного в рамках направления «компьютерное зрение», эта задача формулируется как задача сегментации изображений на области с различной текстурой [2]. При этом классификацию текстур относят к алгоритмам, основанным на вычислении статистик и формировании оценок, противопоставляя алгоритмам более сложного класса задач распознавания – основанным на логическом и структурном анализе. В терминах статистической теории связи эти задачи относятся к мно-

гоальтернативной проверке гипотез при априорной информации о сигналах, включающей оценки некоторых статистик случайных полей – функции плотности вероятности, корреляционной функции и т. п. [5].

Введенная мера нестационарности может быть использована при формировании блоков из различных кадров видеопотока для последующего адаптивного кодирования с помощью трехмерного дискретного косинусного преобразования, широко используемого сегодня при построении различных алгоритмов сжатия изображений. Выше было отмечено, что для вычисления меры нестационарности может быть использован адаптивный подход формирования областей стационарности. Для формирования таких областей может быть использована методология, основанная на пирамидально-рекурсивном методе кодирования [3, 9,10].

Заключение

В результате было исследовано большое число изображений (свыше 300) и по результатам анализа можно сделать следующие выводы:

1) разработанная методика объективной оценки эффективности алгоритмов кодирования изображений, основанная на введенном понятии меры нестационарности может быть применена для оценки сигналов различного вида, например, для кусочно-стационарных процессов или с монотонно изменяющимися статистиками (например, винеровского процесса, определяемого как интеграл от белого шума, и имеющего линейно возрастающую дисперсию). Предложенная методика позволяет сравнивать различные алгоритмы кодирования изображений и выбрать наилучший из них;

2) введенная мера нестационарности позволяет, наряду с мерой широкополосности, классифицировать различные изображения. На основе такого подхода в работе автором была сформирована компактная представительная выборка сюжетов, содержащая девять изображений с различными значениями меры нестационарности и широкополосности, на основе которой была определена эффективность кодирования изображений различными алгоритмами. Все тестовые изображения компактной представительной выборки имеют размер 256×256 пикселей.

Список литературы

1. Сэломон Д. Сжатие данных, изображений и звука. М.: Техносфера. 2006.
2. Прэтт У. Цифровая обработка изображений / М.: Мир. 1982. Кн. 1.
3. Твердотельная революция в телевидении / М.: Радио и связь. 2006.
4. Репин В.Г., Тартаковский Г.П. Статический синтез при априорной неопределенности и адаптация информационных систем. М.: Сов. Радио. 1977.
5. Миленький А.В. Классификация сигналов в условиях неопределенности. М.: Советское радио. 1975.
6. Фахми Ш.С., Зубакин И.А. Классификация нестационарных изображений и разработка методики оценки алгоритмов кодирования источника // Научно-технический вестник СПбГУ ИТМО. 2010. № 2 (66). С. 54-59.
7. Парфенов В.И., Сергеева Е.В. Применение дискриминантной процедуры при синтезе и анализе телекоммуникационной системы, основанной на манипуляции статистическими характеристиками случайного процесса // Вестник ВГУ, сер. Физика, математика. 2008. Вып. 1. С. 70-74.
8. Вайнштейн Л.А., Зубаков В.Д., Выделение сигналов на фоне случайных помех. М.: Сов. Радио. 1960.
9. Фахми Ш.С. Пирамидально-рекурсивный метод кодирования и декодирования видеоинформации. Вопросы радиоэлектроники, сер. Техника телевидения. 2007. Вып. 2. С. 43-51.
10. Обухова Н.А. Предварительная классификация изображения в задачах сегментации объектов // Информационноуправляющие системы. 2007. № 2. С. 22-28.

КОГНИТИВНЫЕ КИБЕР-ФИЗИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ТРАНСПОРТНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Комашинский Владимир Ильич – доктор технических наук, заместитель директора по научной работе ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук

Комашинский Дмитрий Владимирович – кандидат технических наук, старший исследователь, F- Secure Corporation, Helsinki, Finland

Михалев Олег Александрович – кандидат технических наук, Военная академия связи им. маршала Советского Союза С. М. Буденного

Юдаев Вячеслав Владимирович – аспирант, старший преподаватель Ульяновского института гражданской авиации

Аннотация. Рассмотрены архитектурные особенности и область применения новых, когнитивных кибер-физических систем транспортной безопасности.

Ключевые слова: когнитивная система, кибер-физическая система, транспортная система, когнитивный цикл.

COGNITIVE CYBER-PHYSICAL SYSTEMS OF TRANSPORT SAFETY

Komashinskiy Vladimir I. – Doctor of Technical Sciences, Deputy Director for Science, Institute of Transport Problems. NS Solomenko the Russian Academy of Sciences

Komashinskiy Dmitry V. – PhD in Technical Sciences, senior researcher, F- Secure Corporation, Helsinki, Finland

Mihalev Oleg A. – PhD in Tech., Budyonny Military Academy of the Signal Corps

Yudaev Vyacheslav V. – post-graduate student, senior lecturer of the Ulyanovsk Civil Aviation Institute

Abstract. We consider the architectural features and the scope of the new cognitive cyber and physical security of transport systems.

Keywords: cognitive system, cyber-physical system, transportation system, cognitive cycle.

Индустриальные революции, стартовавшие двести лет назад (рис.1) оказывали и продолжают оказывать существенные воздействия на все сферы жизни общества (способы производства, экономику, политику, жизнь и быт). В наибольшей степени индустриальные революции находят свое проявление в транспортной сфере, технологиях построения транспортных систем, инфраструктур и услуг.

По мере развития транспортных технологий и расширения транспортных модальностей (автомобильной, железнодорожной, авиационной и морской) появлялись не только новые возможности, но и новые проблемы.

Одной из ключевых транспортных проблем, которые в ходе индустриальных революций имеют явные тенденции к обострению, является обеспечение безопасности (безопасности перевозки людей и грузов, безопасности транспортных средств и транспортных инфраструктур и т.д.).

Одной из особенностей транспортной безопасности является высокая сложность прогнозирования нарушений безопасности в режиме реального времени и выработки своевременных мер по их предотвращению.

В течение первой и второй индустриальных революций преимущественно имели место проблемы физической безопасности (применительно к транспортной сфере).

С наступлением третьей индустриальной революции, особенностью которой является широкое применение в транспортной промышленности и транспортных средствах вычислительной техники, программного обеспечения и сетевых технологий появились новые угрозы информационной и сетевой безопасности (безопасности в кибернетической сфере).

По сложившейся традиции проблемы физической и кибернетической безопасности решаются раздельно. В последние несколько лет началась новая (четвертая) индустриальная революция (рис.1), отличительной особенностью которой является широкое распространение умных производств и умных промышленных изделий (например, автономных транспортных средств и интеллектуальных транспортных инфраструктур).

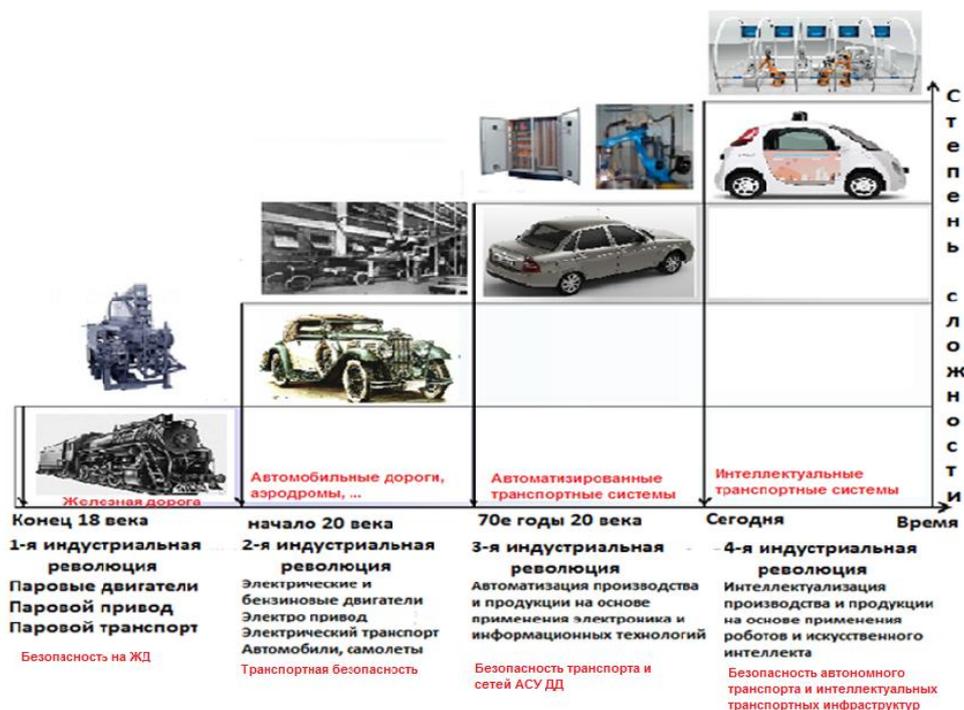


Рисунок 1 – Козволюция индустриальных технологий и систем транспортной безопасности

Четвертая индустриальная революция ведет к появлению новых угроз транспортной безопасности. Это объясняется, прежде всего, тем, что в рамках новой индустриальной стратегии предусматривается не только интеллектуализация промышленных предприятий, транспорта, транспортных инфраструктур и транспортных услуг, но и их информационно-сетевое и интеллектуальное взаимодействие (управление всеми элементами жизненного цикла). Другими словами, упущения в обеспечении безопасности на одном из этапов жизненного цикла могут проявляться на других его этапах (рис. 2). При этом каждый из этапов жизненного цикла имеет свои особенности уязвимости и осуществления защиты, как в физической, так и в кибернетической сфере.

В частности, если более внимательно рассмотреть сферу промышленного производства, то можно выделить следующие проблемы (рис. 3):

- обеспечения физической безопасности промышленного оборудования;
- обеспечения безопасности индустриальных сетей;
- обеспечение безопасности промышленной информации;
- обеспечение безопасности промышленного искусственного интеллекта и баз знаний.

Важно отметить, что отличительной особенностью новой индустрии является усиление негативного эффекта «сверху-вниз». Иными словами деструктивное воздействие на область промышленных знаний может иметь негативные проявления в информационном, сетевом секторе, а также в секторе промышленного оборудования и производимой продукции.

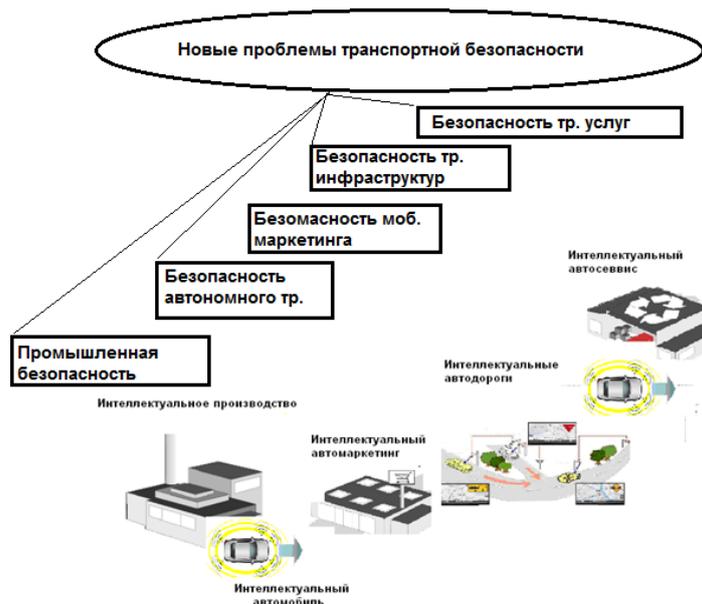


Рисунок 2 – Новые проблемы транспортной безопасности

Рассматривая модель преднамеренного нарушителя, не трудно заметить, что проявления его негативных действий могут наблюдаться в одной из сфер (физической или кибернетической) или (что бывает чаще) в обеих сферах (например, в случае неудачного нанесения вреда через физическую сферу делается попытка добиться желаемого результата через кибернетическую и наоборот). Другими словами, наблюдая за сомнительным поведением субъекта в одной из сфер воздействия (например, физической) и параллельно наблюдая за ним в кибернетической сфере, можно существенно улучшить системы обеспечения безопасности. Таким образом, комплексное, взаимосвязанное и параллельное наблюдение и реагирование на нарушения безопасности в физической и кибернетической среде позволит существенно улучшить защищенность транспортных систем.

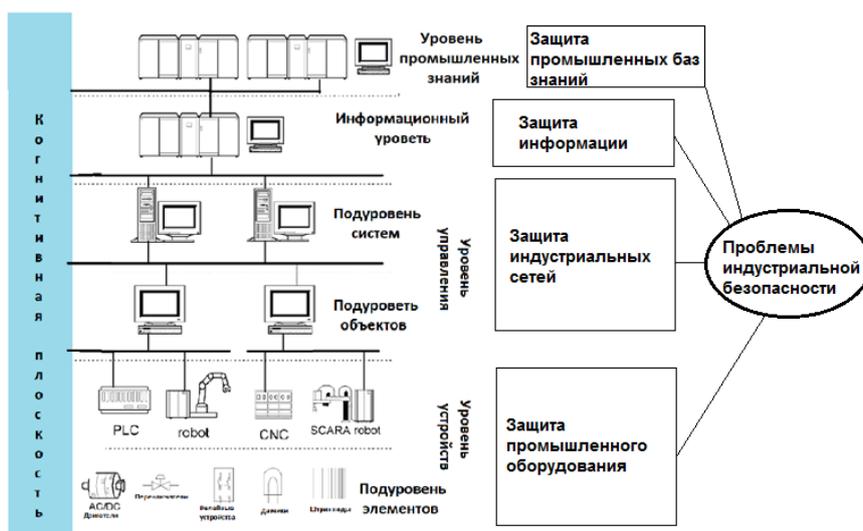


Рисунок 3 – Проблемы обеспечения безопасности новых промышленных инфраструктур в рамках концепции Industry 4.0

Люди являются важнейшей составной частью любой системы безопасности. Они интуитивно осознают цели и задачи преднамеренного нарушителя и формируют представление

о поведении, которое он может иметь при попытках достижения своих целей в физической сфере. При этом люди используют все пять чувств, чтобы обнаружить признаки подобного поведения в целях оценки серьезности угрозы, таким образом, что заранее может быть инициирована эффективная защитная реакция. Для расширения наблюдаемости за соблюдением безопасности физической сферы она в ряде случаев насыщается различного рода датчиками (в т.ч. видео-датчиками), что позволяет быстро идентифицировать место и время возникновения угрозы и своевременно отреагировать на нее. Использование различного рода датчиков фактически обеспечивает осуществление наблюдения с помощью технических систем (переносом «возмущений» в кибер-сферу) с последующим оповещением о наблюдаемом нарушении человека оператора.

Операторы систем безопасности способны сформировать профили угроз, связанные с целями конкретного нарушителя (например, очевидно различающиеся профили террористической угрозы, грабежа, вандализма, страхового мошенничества, мошенничество казино и т.д.). При этом даже высококвалифицированный оператор способен проанализировать исходные данные, предоставляемые весьма незначительным количеством периферийных устройств безопасности, развернутыми в сетевой среде. Таким образом, основной недостаток существующего ныне подхода заключается в том, что даже опытный оператор зачастую не способен обработать в реальном времени большое количество данных, поступающих от периферийной инфраструктуры безопасности.

Сложность проблемы наблюдения, идентификации опасных ситуаций и своевременного реагирования на них одновременно в обеих сферах (физической и кибернетической) существенно возрастает. Причина этого заключается в высокой сложности и скорости изменения ситуационной опасности (в нашем случае на транспорте), которая часто становится настолько непростой, что оператору (группе операторов) недостает данных природой возможностей для своевременного реагирования. Одним из подходов к решению постоянно обостряющихся проблем транспортной безопасности (и не только транспортной) является создание когнитивных кибер-физических систем обеспечения безопасности. Особенностью предлагаемого подхода к обеспечению транспортной безопасности, является частичная передача некоторых интеллектуальных функций человека оператора (тех, которые они могут выполнять быстрее и точнее), техническим когнитивным системам [1,2].

Обобщенная структурная схема рабочего цикла когнитивной кибер-физической системы безопасности представлена на рисунке 4.

В качестве защищаемого объекта выбрана промышленная архитектура нового поколения (Industry 4.0), логически поделенная на кибернетическую плоскость (в которой протекают сетевые, информационные, программные и интеллектуальные процессы) и физическую плоскость (в которой происходят физические перемещения и действия обслуживающего персонала и исполнительных механизмов). Рабочий цикл [1-3] когнитивной кибер-физической системы безопасности включает (контекстные проблеме безопасности) процессы наблюдения, ориентации, планирования, решения, обучения и действия.

Наблюдение осуществляется согласованным образом в кибернетической и физической плоскостях. Наблюдение в кибернетической плоскости осуществляется программными средствами, направленными на сбор данных, способных показать проведение атак нулевого дня, наличие бот-трафика, подозрительного поведения пользователя и так далее. Процедуры принятия решения на уведомление оператора безопасности в кибернетической плоскости осуществляется на основе применения профилей обнаружения угроз, моделей аномального трафика и т.д. которые предоставляются областью обучения и согласуются с ней. Наблюдение в физической плоскости осуществляется на основе применения различных (контекстных возможным угрозам) датчиков (видео, акустических, местоположения, перемещения, химических, радиоактивности и т.д.).

Ориентация выполняется в реальном масштабе времени на основе использования когнитивной аналитики (набора современных программных приложений, которые имитиру-

ют работу мозга человека по обработке наблюдений, формированию выводов и кодификации инстинктов и опыта в процессе обучения). Ориентация осуществляется на основе обработки данных, собранных программными средствами (в кибернетической плоскости) и от множества периферийных устройств безопасности (физической плоскости), интеллектуального анализа, агрегирования и обработки этих данных в интересах обнаружения и идентификации различных событий безопасности, связанных с профилем угроз. Ориентация подает опережающий когнитивный сигнал через интерфейс управления безопасностью, интеллектуальным системам и оператору и помогает им в прогнозировании и реагировании на нарушения безопасности в режиме реального времени.

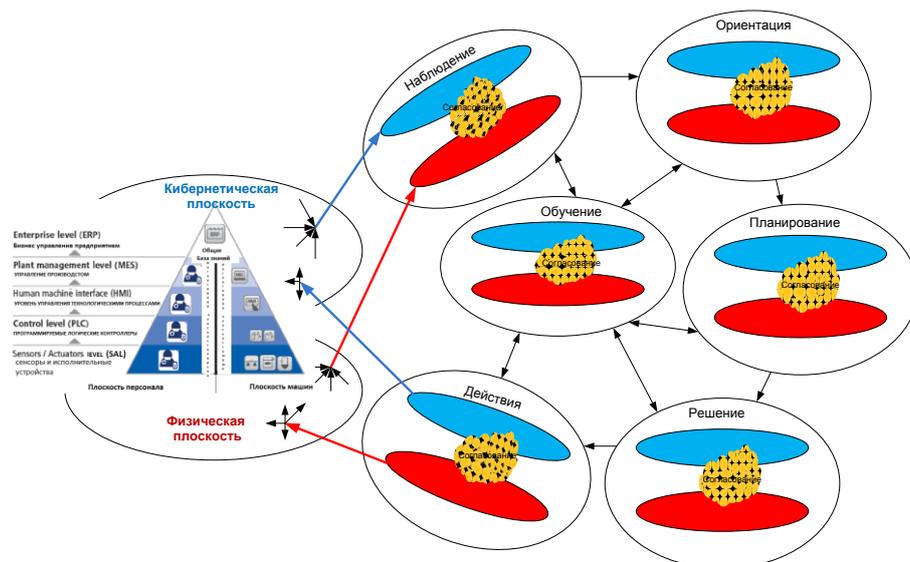


Рисунок 4 – Обобщенная структурная схема рабочего цикла когнитивной кибер-физической системы безопасности

В процессе ориентации используются данные в их текущем контексте, знания, полученные из предыдущего опыта (по мере накопления), формируются знания о поведении и возможностях, осуществляется реагирование на неожиданные изменения. В процессе ориентации решается также задача разграничения действительно злонамеренных действий от всего, что просто аномально.

Планирование осуществляется динамично и гибко, на мере получения и уточнения результатов ориентации и при активном использовании знаний (из области обучения). К примеру, если в результате наблюдения в кибер-плоскости зарегистрировано электронное письмо или сообщение с угрозами, то результатом планирования может быть идентификация отправителя, поиск его изображения постановка задачи для видеокamer наблюдения в физической плоскости, поиска лица и его сопровождение.

Решение предполагает разработку нескольких стратегий воплощения разработанного плана и выбор (по заданным критериям) лучшего из них. Решения формируются динамично по мере поступления новых или скорректированных планов действий. Принятые решения должны обеспечивать предотвращение действий нарушителя до наступления возможных негативных последствий.

Действия выполняются в соответствии с принятыми решениями и могут осуществляться как в физической, так и в кибернетической плоскостях или в обеих одновременно.

Отличительной особенностью и новизной рассмотренных когнитивных кибер-физических систем безопасности является их гармоничное соответствие требованиям защиты не только существующих и перспективных транспортных систем, но и других перспективных архитектур (индустриальных, экономических, банковских, социальных и т.д.) в кон-

тексте тех изменений, которые они претерпевают (и будут в дальнейшем претерпевать) в процессе развертывания четвертой индустриальной революции.

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. Малыгин И.Г., Комашинский В.И., Катцын Д.В. Некоторые проблемы построения когнитивных транспортных систем и сетей // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2015: материалы Юбилейной Международной научно-практической конференции 24-25 ноября 2015 г., СПб.: Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко РАН. 2015. Том 1. С. 3-8.

УДК 621.396.933.4

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАБОЧЕЙ ОБЛАСТИ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ СВЯЗИ ОВЧ ДИАПАЗОНА

Кульчицкий Валерий Казимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры радиоэлектронных систем ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации

Мешалов Роман Олегович – инженер радионавигации, радиолокации и связи Санкт-Петербургского центра ОВД, филиал «Аэронавигация Северо-Запада», ФГУП «Госкорпорация по ОрВД»

Аннотация. Вводится понятие рабочей области средств связи. Рассматривается методика определения рабочей области и пример расчета для характеристик типовой радиостанции гражданской авиации.

Ключевые слова: ОВЧ радиосвязь, рабочая область, гражданская авиация.

METHOD OF DETERMINING AN EFFECTIVE RANGE FOR VHF COMMUNICATION RADIO AIDS

Kulchickiy Valeriy K. – PhD in Engineering, Associate Professor, Department of Radio electronic systems, Saint-Petersburg State University of Civil Aviation

Meshalov Roman O. – Engineer of radio navigation, radar and communication, Saint-Petersburg ATM center, branch “North-West Air Navigation”, Federal State Unitary Enterprise “State ATM Corporation”

Abstract. The concept of an effective range for communication radio aids is offered. The method of determining an effective range and an example of calculations for characteristics of typical civil aviation radio station are considered.

Keywords: VHF communication, effective range, civil aviation.

Введение

Обеспечение надежного и бесперебойного радиообмена между диспетчером и пилотом является условием соблюдения требований к безопасности полетов. Основным средст-

вом радиообмена в настоящее время являются радиотехнические средства связи ОВЧ диапазона, поэтому к характеристикам данных средств предъявляются повышенные требования.

Основной характеристикой радиотехнических средств является зона действия, то есть область пространства, в пределах которой обеспечивается получение требуемой информации, установление и поддержание устойчивого радиообмена.

На предприятиях гражданской авиации размер зон действия радиотехнических средств определяют расчетным методом [1,2]. Данные расчета корректируются по результатам облетов.

Согласно определению в пределах зоны действия обеспечивается возможность ведения радиообмена, однако при этом не оговаривается качество радиосвязи. Отсюда следует необходимость в применении характеристик, учитывающих требования к качеству принимаемых сообщений.

Для систем радионавигации и наблюдения широко применяется такая характеристика, как рабочая область, представляющая собой объем пространства, в пределах которого обеспечивается требуемая точность и безопасность полетов [1,3,4].

В общем виде рабочую область определяют путем расчета некоторого критерия, характеризующего безопасность полетов и сравнивая его значение с предельно допустимым значением.

Введем понятие рабочей области для радиотехнических средств связи. Рабочей областью будем называть объем пространства, в пределах которого обеспечивается требуемое качество связи.

Критерием качества в аналоговых системах радиосвязи принято считать разборчивость речи, при этом выделяют разборчивость слогов, слов и фраз. Требуемые значения разборчивости приведены в табл. 1 [5].

Таблица 1 – Нормированные показатели разборчивости речи

Артикуляция	Разборчивость речи, %			
	слабая	удовл.	хорошая	отличная
Слоговая	25...40	40...55	55...80	более 80
Словесная	75...87	87...93	93...98	более 98
Фразовая	90...95	95...97	97...99	более 99

Методы определения разборчивости достаточно сложны и требуют проведения специальных работ по определению качества радиосвязи, поэтому для анализа подвижной радиосвязи в радиоцентрах гражданской авиации они не подходят.

Более простой подход к определению качества речевой информации основан на сравнении отношения сигнала/шум на входе приемника с допустимым значением, при котором качество связи удовлетворительно.

Хорошее качество работы речевого канала достигается при отношении сигнал/шум не ниже 10 дБ.

Напряжение сигнала находят как произведение напряженности поля в точке приема и действующей длине антенны:

$$U_C = E \cdot l_D.$$

Для бортовых антенн действующая длина лежит в диапазоне 0.2...0.5 м. Напряженность поля в точке приема находится расчетным путем.

Напряжение шума складывается из собственного шума приемника и атмосферных шумов (включающих естественные и искусственные). Собственный шум приемника несложно найти, имея информацию о коэффициенте шума:

$$T_{\text{ПР}} = (K_{\text{ШПР}} - 1) \cdot T_0,$$

где $K_{\text{ШПР}}$ – коэффициент шума приемника; $T_0 = 293\text{К}$

Необходимо также учитывать шумовую температуру антенны T_A . Мощность шума приемника находится как:

$$P_{\text{Ш_ПРМ}} = k(T_{\text{ПР}} + T_A) \cdot \Delta F,$$

где $k = 1.38 \cdot 10^{-23}$ – постоянная Больцмана; ΔF – ширина полосы пропускания приемника.

Мощность атмосферных шумов зависит от района, над которым совершается полет, времени суток, грозовой активности и многих других факторов, учет которых является сложной, а подчас и просто невыполнимой задачей. Поэтому, в расчетах рекомендуется применять средние значения атмосферных шумов, характерные для данного региона. Тогда, напряжение помехи находится как:

$$U_{\text{П}} = \sqrt{P_{\Sigma \text{ Ш}} / R},$$

где $P_{\Sigma \text{ Ш}} = P_{\text{Ш_ПРМ}} + P_{\text{Ш_атм}}$ – суммарный уровень шума (собственный шум приемника и атмосферные шумы); $R = 50 \text{ Ом}$ – входное сопротивление приемника.

Найдем радиус рабочей области РТС связи ОВЧ диапазона, используя кривые из рекомендации международного союза электросвязи и телеграфии МСЭ-Т Р.528-3. Пусть радиостанция имеет мощность 50 Вт (значение характерное для современных радиостанций семейства Фазан и Полет), что соответствует 46.9 дБм. Усиление наземной антенны примем равным 2 дБ (что соответствует антеннам Л-120 или АНК-100/150), бортовую антенну будем считать всенаправленной.

Действующая длина бортовой антенны ОВЧ диапазона составляет 0.2...0.5 м, в расчетах будем использовать величину 0.3 м. Таким образом, можно рассчитать напряжение сигнала на входе приемника.

Принимая коэффициент шума приемника за 10, шумовую температуру антенны 1000 К, а суммарную шумовую температуру атмосферных и промышленных помех за 4000 К, получим напряжение помехи, равное $2.4 \cdot 10^{-9}$ В.

Зная напряжение помехи, а также имея кривую потерь на распространение можно определить отношение сигнал/шум на различных удалениях от радиостанции. Результаты расчетов по приведенной методике представлены в табл. 2.

Из таблицы 2 видно, что радиосвязь имеет хорошее качество на дальностях до 200 км. Эта величина и будет радиусом рабочей области.

Следует учесть, что размеры рабочей области радиотехнических средств связи ОВЧ диапазона в большой степени зависят от уровня помех. При наличии мощной помехи, вызванной преднамеренным или непреднамеренным воздействием, требуемое качество связи возможно будет получить лишь на небольших удалениях от радиостанции, где сигнал будет иметь достаточную силу, чтобы обеспечить требуемое значение отношения сигнал/шум.

Таблица 2 – Отношение сигнал/шум на различных удалениях от радиостанции

Удаление, км	$U_c/U_{ш}$, дБ
80	16.98
100	15.00
120	13.98
140	13.18
160	11.97
180	10.97
200	10.00
220	8.98
240	7.95
260	6.98
280	6.98
300	6.19
320	5.22
340	3.98
360	3.18
380	2.23
400	0.97

Разработанная методика позволяет определить размеры рабочей области, в пределах которой радиосвязь будет обладать требуемым качеством. Методика легко поддается автоматизации и может найти применение в службах эксплуатации радиотехнического оборудования и связи.

Список литературы

1. Радиотехническое обеспечение полетов воздушных судов и авиационная электро-связь / С.А. Кудряков, В.К. Кульчицкий, Н.В. Поваренкин, В.В. Пономарев, Е.А. Рубцов, Е.В. Соболев, Б.А. Сушкевич [под ред. С.А. Кудрякова]. Санкт-Петербург: Свое Издательство. 2016. 287 с.
2. Соболев Е.В., Книжниченко Н.В., Рубцов Е.А. Расчет дальности радиовидимости с учетом влияния рельефа и атмосферы // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета гражданской авиации. 2012. №1(3). С. 44-54.
3. Аль-Рубой М.Х., Рубцов Е.А. Обзор методик расчета рабочей области азимутально-дальномерных радиотехнических систем // Естественные и технические науки. 2014. № 8 (76). С. 137-144.
4. Соболев Е.В., Рубцов Е.А. Определение формы и размеров рабочей области при навигации по двум маякам DME // Научный вестник МГТУ ГА, серия Радиофизика и радиотехника. 2013. №193. С. 59-63
5. Рева И.Л. Сравнительный анализ объективных методов оценки разборчивости речи // Сборник научных трудов НГТУ. 2010. № 1(59). С. 91-102.

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРИЧИН НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Гаранин Максим Алексеевич – кандидат технических наук, доцент проректор по учебной работе

Вельмин Сергей Александрович – проректор по административно–хозяйственной работе

Дементьева Юлия Васильевна – аспирант, старший преподаватель, руководитель отдела охраны труда

Самарский государственный университет путей сообщения, г. Самара

Аннотация. Проведен статистический анализ причин несчастных случаев на производстве в хозяйстве пути Куйбышевской железной дороги. Посредством анализа Парето установлены основные причины несчастных случаев на производстве. Показана практическая значимость полученных результатов анализа Парето.

Ключевые слова: путевое хозяйство, причины несчастных случаев, статистические показатели производственного травматизма, несчастный случай на производстве.

STATISTICAL ANALYSIS AFFECTING ACCIDENT CAUSES AN INDICATOR INDUSTRIAL INJURIES

Garanin Maksim A. – Candidate of Technics Science, Associate Professor, Prorector of educational work

Velnin Maksim A. – Prorector of administration-housekeeping work

Dementyeva Yulia V. – Head of department for working safety, senior teacher, postgraduate student

Samara State University of Transport, Samara

Abstract. Provides the analysis of affecting accident causes influence on industrial injuries statistic index in the permanent way division of the Kuibyshev railway during some years. By means analysis Pareto study of occupational accident causes occupational accident. It is shown that the practical significance of the analysis results Pareto.

Keywords: permanent way division; affecting accident causes; statistical indicator industrial injuries; occupational accident.

Условия труда и выраженная отраслевая специфика функционирования железнодорожного транспорта, особенности, сложность и разнообразие технологических процессов, эксплуатация оборудования и железнодорожного подвижного состава характеризуются, как связанные с перманентной повышенной опасностью труда. Работа подразделений ОАО «РЖД» связана с круглосуточным обеспечением движения поездов в любых климатических условиях, в условиях дефицита времени и высокой ответственности за результат работы. В этой связи осуществление экономическими субъектами компании ОАО «РЖД» производственной деятельности сопряжено с риском наступления несчастного случая [1].

Основным направлением политики ОАО «РЖД» в области охраны труда является обеспечение приоритета сохранения жизни и здоровья работников в процессе их производственной деятельности [2].

Служба пути – одно из основных и наиболее фондоемких хозяйств ОАО «РЖД», главной задачей которого является безопасное и бесперебойное движение поездов при без-

условном обеспечении исправного содержания железнодорожного пути и путевых устройств. Большинство работников путевого хозяйства по основным направлениям деятельности занято на работах по текущему содержанию и ремонту пути, специфичность которых связана с перманентной повышенной опасностью труда [3].

Апостериорно-агрегированный анализ статистических показателей производственного травматизма показал, что в 2004–2015 гг. в хозяйстве пути Куйбышевской железной дороги произошло 124 несчастных случая, в результате которых пострадало 146 человек, из них 73 получили травмы легкой степени тяжести, 54 – пострадало от несчастных случаев с тяжелым исходом и 19 человек травмированы смертельно [4,5].

Трагические и фатальные происшествия на производстве происходят с работниками весьма неслучайно. Практически наличествуют причины, потенциально влияющие на безопасность трудовой деятельности работающих и вызывающие их травмирование. Для выявления причин несчастных случаев, происшедших на предприятиях хозяйства пути Куйбышевской железной дороги, были идентифицированы и ранжированы статистические данные за ряд последовательных лет исследуемого периода, основанные на изучении актов о несчастных случаях на производстве по форме Н-1 [4,5].

В целях распределения контингента пострадавших работников хозяйства пути, по причинам, повлекшим за собой несчастные случаи на производстве, за период с 2004 по 2015 год, а также определения и порядка формирования приоритетных превентивных мероприятий по предупреждению несчастных случаев на производстве, используем анализ Парето.

Диаграмма Парето - инструмент, позволяющий анализировать, ранжировать и выявлять наиболее существенные факторы, влияющие на показатели производственного травматизма, разделяя их на немногочисленные важные и многочисленные несущественные. Принцип Парето говорит о том, что, как правило, порядка 20% наиболее значимых факторов приносят 80%-й вклад в изменение характеристики, поэтому целью применения диаграммы Парето в данном случае является выбор таких причин несчастных случаев, в результате которых пострадало наибольшее количество работников и на которую следует сфокусировать внимание и сконцентрировать усилия при проведении профилактических мероприятий [6]. Используя идентифицированные статистические данные по количеству пострадавших от несчастных случаев на производстве по различным причинам за период 2004 – 2015г.г., построим соответствующую диаграмму Парето (рисунок 1).

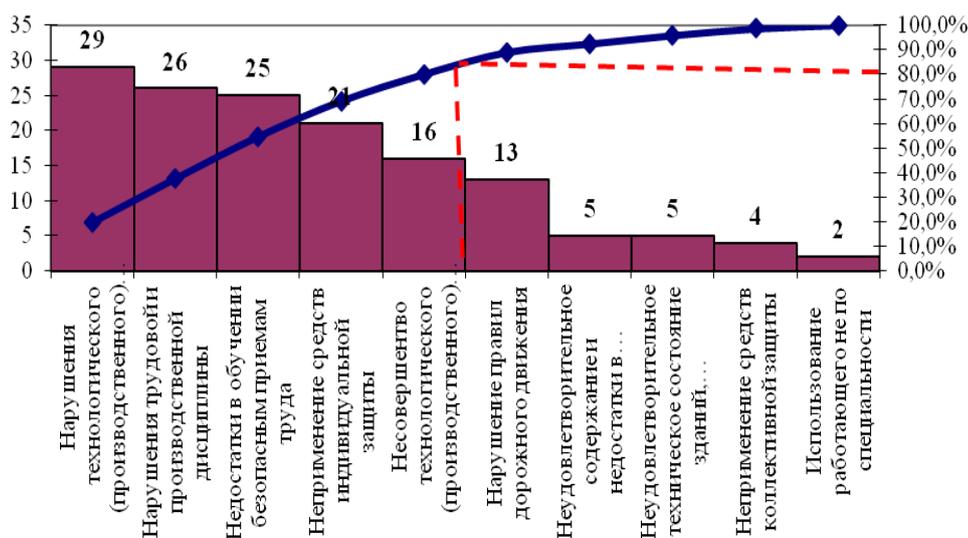


Рисунок 1 – Диаграмма Парето – распределение пострадавших работников хозяйства пути по фактору «причины несчастных случаев»

Диаграмма Парето определила основные и наиболее повторяющиеся причины несчастных случаев в хозяйстве пути Куйбышевской железной дороги.

Из результатов анализа Парето следует, что преобладающей по количеству пострадавших от несчастных случаев на производстве, явилась причина нарушения технологического (производственного) процесса – 29 работников.

Технологические процессы хозяйства пути содержат в себе ремонт и планово-предупредительные работы при текущем содержании пути, устанавливающие последовательность выполнения отдельных операций с использованием машин и механизмов. Основной задачей работников путевого хозяйства является обеспечение состояния пути, его сооружений и обустройств, гарантирующее бесперебойное и безопасное движение поездов с установленными скоростями. Более половины объема путевых работ, которые необходимо выполнять для поддержания колеи в исправном состоянии, приходится на ее текущее обслуживание при непрерывающемся движении поездов, а значит в условиях повышенной опасности. Основная часть работников путевого хозяйства занята на текущих и ремонтных работах на железнодорожных путях. В этой связи при осуществлении технологического процесса на работников влияют опасные производственные факторы, воздействие которых потенциально приводит к травмам различной степени тяжести [7].

В результате нарушения трудовой и производственной дисциплины травмировано 26 человек. Основными нарушениями трудовой и производственной дисциплины являются: нарушение требований правил и инструкций по охране труда, а также нахождение работников на рабочем месте, при производствах работ в состоянии алкогольного опьянения.

Нарушению требований правил и инструкций по охране труда в большинстве случаев способствует неосведомленность работников о реальной обстановке и постоянном воздействии на них опасных факторов. Неосведомленность об обстановке и существующих потенциальных опасностях, низкие знания и умения, а зачастую – нежелание знать и соблюдать требования безопасности, формируют у работников привыкание к латентным опасностям, скрытым в производственном процессе, что часто порождает в человеке беспечность и утрату трудовой бдительности. Как следствие, работник трудится без должного внимания, игнорирует безопасные приемы труда, пренебрегает реальностью травмирования, что в ряде случаев становится причиной трагических последствий [8].

Нахождение работников на рабочем месте, при производствах работ в состоянии алкогольного опьянения, «традиционно» влечет за собой негативные и фатальные последствия. Алкоголь снижает установку к трудовой деятельности, ведет к недооценке окружающей обстановки (снижение осмотрительности, наблюдательности, сообразительности), вызывает эмоциональную неуравновешенность, импульсивность, склонность к профессиональному риску, что является частой причиной несчастных случаев на производстве.

Недостатки в обучении безопасным приемам труда также является одной из основных причин производственного травматизма, в результате которой пострадало 25 работников хозяйства пути. Дефицит, а тем более отсутствие необходимой информации об обстановке и существующих потенциальных опасностях часто порождают в работнике неправильные решения и действия, несоответствующие истинной ситуации. Неосведомленность, недостаточные знания и навыки безопасных методов и приемов труда при производствах работ, причиной которых является низкое качество обучения по охране труда, а зачастую – формальное его проведение, также оказывают негативное влияние на статистические показатели производственного травматизма [9].

По причине неприменения либо неправильного применения средств индивидуальной защиты при производствах работ по текущему содержанию и ремонту железнодорожного пути травмирован 21 человек. В основном это неприменение защитных очков и защитных масок при работе ударным ручным инструментом (при забивании костылей, срубании гаек, болтов, рельсовых соединителей и других), очистке деталей и оборудования от ржавчины, краски, грязи и при других работах, связанных с выделением искр [10].

Несовершенство технологического (производственного) процесса повлекло за собой травмирование 16 человек. Несоответствие утвержденного технологического процесса требованиям нормативно – правовых актов по охране труда, отсутствие на предприятии локальных правил и инструкций по безопасным методам и приемам выполнения работ потенциально являются причинами несчастных случаев на производстве.

В фокусе идеологии безопасности труда и минимизации уровня травмирования работников, а также в целях практической дееспособности сведений результатов проведенного анализа Парето на предприятиях хозяйства пути Куйбышевской железной дороги, рекомендуется их введение в порядок обучения по охране труда посредством дополнения основного перечня вопросов первичного и повторного инструктажей на рабочем месте. Такое превентивное мероприятие, не деформируя в целом порядок обучения, будет способствовать концентрации внимания работников и руководителей на наиболее повторяющихся причинах, апостериорно повлекших за собой наступление несчастного случая. Таким образом, применение на практике знаний полученных результатов статистического анализа позволит работникам линейных подразделений службы пути выявлять в их трудовой деятельности такие причины, вследствие которых работники фактически получали повреждения здоровья различной степени тяжести, а также способствует формированию и (или) корректировке превентивных мероприятий, направленных на снижение уровня производственного травматизма.

Список литературы

1. Дементьева Ю.В. Нарушение требований безопасности при нахождении на железнодорожных путях одна из основных причин производственного травматизма // Тенденции развития науки и образования: материалы Международной научно – практической конференции 31 июля 2015 г. М. 2015. Часть III. С. 38-40.

2. Стандарт ОАО «РЖД» «Система управления охраной труда в ОАО «РЖД». Общие положения» СТО РЖД 15.002-2012, утвержденный распоряжением ОАО «РЖД» от 28 декабря 2012 г. № 2744р - М.:ОАО «РЖД». 2012. 33 с.

3. Терешин В.С., Каменский В.Б. Охрана труда в путевом хозяйстве. – М.: Транспорт. 1999. 320с.

4. Анализ состояния условий и охраны труда Куйбышевской железной дороги за период с 2004 по 2015 год. – С.: Кбш жд. 2016. 52 с.

5. Дементьева Ю.В. Апостериорно – агрегированный анализ абсолютных и относительных показателей производственного травматизма // Уфа: Инновационная наука. 2016. № 2. С. 64-67. ISSN 2410-6070.

6. Стандарт ОАО «РЖД» № СТО РЖД 1.05.515.2 – 2009 «Методы и инструменты улучшений. Анализ Парето», утвержденный распоряжением ОАО «РЖД» от 02.06.2009 года № 1150р - М.:ОАО «РЖД». 2009. 11 с.

7. Дементьева Ю.В. Нарушение технологического процесса – одна из основных причин производственного травматизма / Ю.В. Дементьева, Б.А. Анфилофьев // Молодежь как импульс в техническом прогрессе: материалы III Международной научно-исследовательской конференции молодых ученых, аспирантов, студентов и старшеклассников. Самара-Оренбург. 2015. С. 23-27.

8. Дементьева Ю.В. Нарушение требований безопасности при нахождении на железнодорожных путях – одна из основных причин производственного травматизма (на примере хозяйства пути Куйбышевской ж.д.) // Тенденции развития науки и образования: материалы Международной научно-практической конференции 31.07.2015 г. М. 2015. Часть III. С. 38-40.

9. Дементьева Ю.В. Недостатки в обучении безопасным приемам труда – одна из основных причин производственного травматизма // Российское образование: содержание,

проблемы, перспектива: материалы Всероссийской научно-практической конференции. 2015. Тайга. С. 152-159.

10. Дементьева Ю.В. Применение средств индивидуальной защиты – основа безопасности производства работ // Наука и образование транспорту: материалов VII Международной науч.-практ. конф. Самара: Изд-во СамГУПС. 2014. С. 232-234.

УДК 623.437.3.093; 629.03; 629.36

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ И СПЕЦИАЛЬНЫХ ГУСЕНИЧНЫХ МАШИН ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ МЕХАНИЗМА ПОВОРОТА С НОВЫМИ СВОЙСТВАМИ

Демидов Николай Николаевич – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Инжиниринг силовых установок и транспортных средств»

Добрецов Роман Юрьевич – кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры «Инжиниринг силовых установок и транспортных средств»

Лозин Андрей Васильевич – заведующий лабораторией «Автомобили и гусеничные машины»

Медведев Максим Сергеевич – аспирант кафедры «Инжиниринг силовых установок и транспортных средств»

Филиппов Анатолий Николаевич – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Инжиниринг силовых установок и транспортных средств»

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Аннотация. Рассмотрен двухпоточный механизм поворота для гусеничной машины, обеспечивающий нелинейную (гиперболическую) зависимость между скоростью движения машины и радиусом поворота. В качестве примера приведена кинематическая схема одного из вариантов механизма.

Ключевые слова: поворот гусеничной машины, система управления движением, двухпоточный гиперболический механизм поворота, расчетный (фиксированный) радиус, устойчивость движения.

IMPROVING THE SAFETY OF OPERATION OF TRACKED VEHICLES THROUGH THE USE OF THE STEERING MECHANISM WITH NEW PROPERTIES

Demidov Nicholy N. – PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Dobretsov Roman Yu. – PhD in Technical Sciences, Professor

Lozin Andrej V. – Head of the laboratory wheeled and tracked vehicles

Medvedev Maxim S. – Post graduate student

Filippov Anatoly N. – PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Peter the Great Saint-Petersburg Polytechnic University

Abstract. Considered dual flow steering mechanism for tracked vehicles, providing non-linear (hyperbolic) relationship between machine speed and turning radius. In an example of the kinematic scheme of one of the variants of the mechanism.

Keywords: tracked vehicle steering, the motion control system, cross-drive hyperbolic steering mechanism, radius of turn, stability of motion.

Одним из ключевых моментов в обеспечении безопасности при эксплуатации гусеничных машин любой конструкции является исключение потери поперечной устойчивости при движении. Явление развития скольжения машины в поперечном направлении известно как занос и может проявляться при повороте даже с небольшими скоростями. Если процесс поперечного скольжения не захватил всю длину опорной поверхности гусениц, говорят о частичном заносе [1,2], но и в этом случае машина уходит с предписанной траектории, в результате чего возникает опасность для других участников движения, может быть повреждены элементы дорожной инфраструктуры, разрушено полотно пути и т.д.

Формальное ограничение скорости не эффективно, поскольку поперечное скольжение машины наступает при определенном сочетании дорожных условий. Вне зависимости от особенностей предлагаемых математических моделей, в основе теоретического описания заноса лежит гипотеза о квадратичном характере связи между действующей на машину поперечной силой и радиусом поворота [1,2]. Критическая скорость по началу заноса и относительный радиус поворота связываются зависимостью:

$$V_{кр} = \sqrt{\frac{\mu_{max} g B \rho_{кр}}{0,925 + 0,15 \rho_{кр}}}$$

В этом выражении: μ_{max} – максимальное значение коэффициента сопротивления повороту (величина, определяемая экспериментально для различных грунтов); g – ускорение свободного падения; B – колея машины, $\rho_{кр} = R_{кр} / B$ – критическое значение относительного радиуса поворота (вводится, как отношение критического радиуса поворота к колее машины [1,2]). Для типичных грунтов значения μ_{max} приводятся в широкодоступных литературных источниках (например, [1]).

Вместе с тем кинематика абсолютного большинства механизмов поворота подразумевает линейную зависимость значения фиксированного (расчетного) радиуса поворота по передачам от скорости [1-3]. Поэтому представляется целесообразным поиск таких технических решений, которые позволят реализовать нелинейную связь между скоростью движения и расчетным радиусом поворота. Причем для машин, эксплуатирующихся в подразделениях войск МЧС, МВД, МО предпочтительно, чтобы новое свойство механизма поворота обеспечивалось без применения электроники и электроприводов.

В статье [4] приведены возможные подходы к решению данной задачи. Однако наиболее простым и универсальным оказался вариант организации двухпоточной трансмиссии с приводом параллельной ветви от звена α дифференциала, обеспечивающего разветвление мощностных потоков от входного 0 и выходного x звеньев коробки передач (рис. 1). Решение применимо для машин с центральной коробкой передач вне зависимости от массы, мощности двигателя и т.д.

В параллельном потоке мощности может быть установлен механизм, обеспечивающий линейную связь между угловой скоростью на своих входном и выходном звеньях, однако в итоге зависимость между скоростью движения и расчетным радиусом поворота оказывается гиперболической.

$$\rho_{\phi} = -0,5k_{\Sigma} u_p \bar{\omega}_x / \alpha \text{ и } \rho_{\phi} = 1 - 0,5k_{\Sigma} u_p \bar{\omega}_x / \alpha.$$

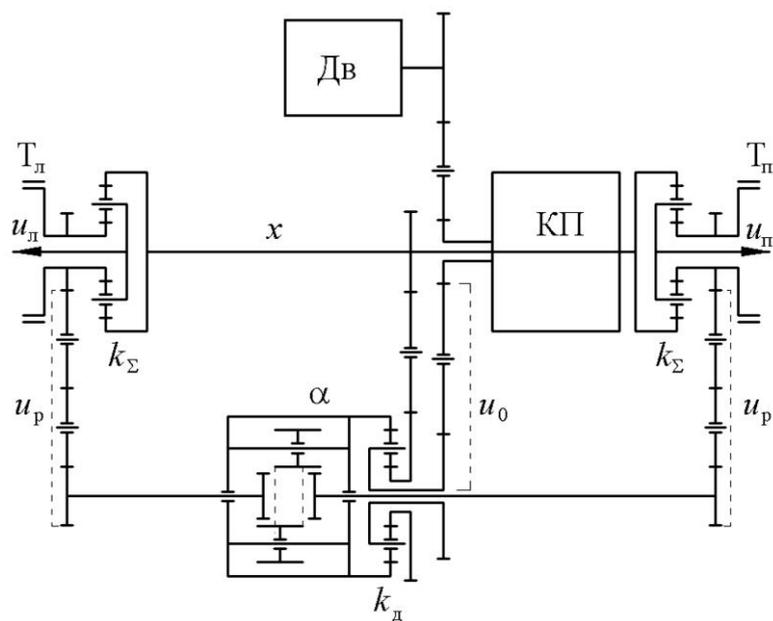


Рисунок 1 – Разработанная кинематическая схема двухпоточной трансмиссии:
 Дв – двигатель; КП – коробка передач

В данных зависимостях: $\alpha = [\bar{\omega}_x - 1 - k_д/u_0]/k_д$; $k_Σ$ и $k_д$ – внутренние передаточные отношения планетарных механизмов Σ и $Д$; $u_р$ – абсолютное значение передаточного отношения замыкающих редукторов (к солнцам суммирующих рядов); u_0 – передаточное отношение входного редуктора, связывающего вал двигателя и водило механизма $Д$; $\bar{\omega}_x$ – относительная скорость вращения ведомого вала коробки передач.

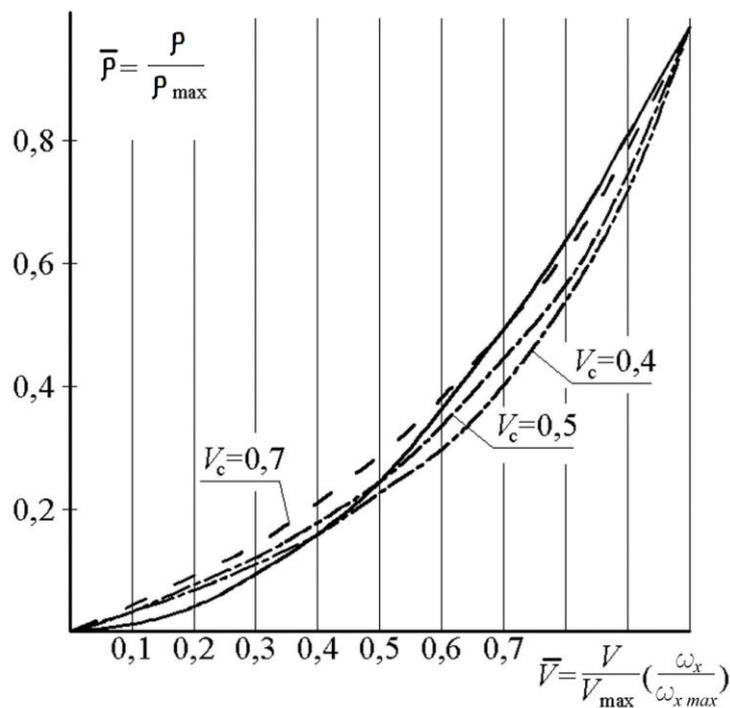


Рисунок 2 – Варианты согласования параметров механизма поворота:
 сплошной линией обозначена квадратичная парабола

Подбором передаточных отношений агрегатов в параллельной ветви можно обеспечить малое расхождение получаемой гиперболы и «теоретической» параболой (рис. 2). По предварительной оценке оптимальным оказывается случай пересечения гиперболы и параболы в точке, соответствующей скорости машины в диапазоне $(0,5 \dots 0,7)v_{\max}$. Точку пересечения гиперболы и параболы можно обеспечить при любой наперед заданной скорости

$$\bar{v}_c = \bar{\omega}_x = v_c / v_{\max} = \omega_{xc} / \omega_{x\max}.$$

Заданное согласование обеспечивается выбором значения

$$u_0 = (1 - k_d) / (1 - \bar{v}_c).$$

Основным ожидаемыми преимуществами, обеспечиваемыми механизмами поворота с гиперболической характеристикой являются обеспечение поворота машины с наименьшим возможным при данной скорости радиусом при минимизации угрозы заноса, а также улучшение субъективной «обратной связи» между машиной и механиком-водителем.

Гиперболический механизм поворота может быть использован в составе традиционной для серийных отечественных гусеничных машин разомкнутой системы управления поворотом. Однако использование замкнутых (следающих) систем с обратной связью, например, по угловой скорости машины, позволит повысить безопасность движения, его среднюю скорость, а также улучшить условия работы и снизить утомляемость механика-водителя [5].

Технические решения по проблеме построения кинематических схем механизмов поворота с нелинейной характеристикой на сегодня защищены патентом РФ [6]. Одним из первых (и фактически забытых) представителей этой группы является механизм [7]. Этот механизм не нашел практического применения, а публикаций, указывающих на теоретические исследования в данной области в специальной литературе найдено не было. Таким образом, сложившиеся на сегодня подходы в вопросе теоретического описания новых механизмов поворота имеет смысл развивать в теоретическом плане с целью формализации математической модели, постановке и решения задачи об оптимизации параметров данных механизмов. Дальнейший интерес представляет также интеграция новой группы механизмов поворота в математическую модель комплексной оценки энергоэффективности шасси гусеничных машин [8].

На основании изложенного выше материала, можно сделать следующие выводы:

1. Механизмы поворота с нелинейной характеристикой являются новым и перспективным техническим решением, потенциально способным увеличить средние скорости движения гусеничных машин при одновременном повышении безопасности прохождения поворотов.
2. Предложенная кинематическая схема является универсальной и применима на машинах любой категории по массе.
3. Использовать предлагаемый механизм на быстроходной машине целесообразно в сочетании с замкнутой (следающей) системой управления поворотом.

Список литературы

1. Забавников Н.А. Основы теории транспортных гусеничных машин. – М.: Машиностроение. 1975. 448 с.
2. Шеломов В.Б. Теория движения многоцелевых гусеничных и колесных машин. Тяговый расчет криволинейного движения: учебное пособие для вузов по специальности «Автомобиле- и тракторостроение» / В.Б. Шеломов. – Санкт-Петербург: Изд-во Политехн. ун-та. 2013. 90 с.
3. Расчет и конструирование гусеничных машин: Учебник для вузов / Н.А. Носов,

В.Д. Галышев, Ю.П. Волков, А.П. Харченко. Под ред. Н.А. Носова. – Л: «Машиностроение». 1972. 559 с.

4. О выборе рациональной схемы отбора мощности в двухпоточной трансмиссии транспортной гусеничной машины / Демидов Н.Н. [и др.] // Актуальные проблемы защиты и безопасности. Бронетанковая техника и вооружение. Труды XLII научно-практической конференции. Том 3. – М.: Издание ФГБУ «Российской академии ракетных и артиллерийских наук». 2014. С.111-116.

5. Замкнутые системы управления поворотом гусеничных машин / Галышев Ю.В. [и др.] // «Научно-технические ведомости СПбГПУ». № 3. Т. 2. 2014. С. 201-209.

6. Патент RU 2 599 855 С1 Российская Федерация, МПК В62D 11/06. Двухпоточная трансмиссия транспортной машины с бортовым способом поворота / Добрецов Р.Ю., Лозин А.В., Семёнов А.Г., Шеломов В.Б., №2015126137/11; заявл. 30.06.2015; опубл. 20.10.2016. Бюл. № 29.

7. Авторское Свидетельство. СССР № 521174 «Механизм поворота гусеничной машины» / В.З. Изотов, В.А. Пятков, В.С. Старовойтов, А.А. Суслов // опубликовано 15.07.1976.

8. Добрецов Р.Ю. Учет энергетических параметров механизмов поворота при комплексной оценке потерь мощности в шасси транспортных гусеничных машин // Научно-технические ведомости СПбГПУ, серия «Наука и образование». 2011. № 1. С. 122-128.

УДК 629.311: 621.33

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ПЕРЕВОДА АВТОМОБИЛЕЙ НА ЭЛЕКТРОПРИВОД

Крылов Юрий Евгеньевич – кандидат технических наук, старший научный сотрудник ФГБУН Институт проблем транспорта Российской академии наук

Аннотация. Рассматриваются некоторые социально экономические последствия перевода автомобильного транспорта на электродвижение от собственных источников электроснабжения. Приводятся расчеты увеличения производства электроэнергии для обеспечения зарядки батарей электромобилей.

Ключевые слова: экологичность, простота технических решений, инфраструктурное обеспечение, рабочие места.

SOCIO-ECONOMIC CONSEQUENCES OF TRANSFER OF CARS TO ELECTRIC DRIVE

Krylov Jurij E. – PhD, Senior Researcher, Solomenko Institute of Transport problems of the Russian Academy of Sciences

Abstract. Discusses some of the socio economic impact of motor transport conversion to electric propulsion from its own sources of supply. Calculated increase in the production of electricity for the charging of batteries of electric vehicles.

Keywords: environmental friendliness, simplicity of technical solutions, infrastructure support, jobs.

Конкуренетоспособность электромобиля по техническим характеристикам

Весьма вероятно, что в XXI-ом веке облик автомобильного транспорта должен измениться. А именно, на смену автомобилям с двигателями внутреннего сгорания должны прийти

ти электромобили. Должны быть построены «умные» дороги, по которым смогут двигаться транспортные средства без водителей. Предполагается, что все это должно привести к значительному снижению потребления ресурсов и улучшению экологической ситуации.

Тем не менее, имеется ряд причин, по которым внедрение электродвижения на транспорте – процесс сложный и длительный. К таким причинам, прежде всего, относятся социально-экономические последствия внедрения указанных новаций.

Вопросы технической возможности и целесообразности использования электротяги на колесном транспорте и технической конкурентоспособности электромобилей по сравнению с транспортом с двигателями внутреннего сгорания (ДВС) в настоящее время не вызывают у исследователей сомнений. Электромобиль, безусловно, уже сегодня конкурентоспособен. Можно напомнить, что уже по достигнутым основным техническим характеристикам [энергоемкость, скорость пополнения энергии (зарядки) и мощность] накопители электроэнергии вышли на уровень конкурентоспособности с органическим топливом, и исследования в этой области в ведущих лабораториях мира интенсивно продолжаются. Проблемой является пока еще высокая стоимость накопителей электроэнергии, которая может быть решена разными путями, в том числе и за счет крупносерийности производства.

В США развернулась настоящая борьба за федеральное финансирование исследований аккумуляторов, за передел первой части «пирога» в 2 миллиарда долларов антикризисного федерального финансирования, направленного на разработку новейших технологий производства аккумуляторов и аккумуляторных батарей.

В настоящее время за дело взялись 13 «молодых» компаний, занимающихся производством и исследованием литий-ионных аккумуляторов, – как уже хорошо зарекомендовавших себя на рынке, так и недавно появившихся.

Такой достаточно внушительный список участников позволяет надеяться, что в скором будущем появятся более дешевые, емкие и мощные литий-ионные аккумуляторные батареи для электротранспорта [1].

Электродвигатели с более высоким КПД (по сравнению с двигателями внутреннего сгорания) по конструктивной простоте, надежности, мощности, компактности, экологичности, удобству управления, возможности рекуперации кинетической энергии торможения и стоимости уже сегодня способны потеснить двигатели внутреннего сгорания.

Так электродвигатель электромобиля Tesla (собственного производства) с жидкостным охлаждением (по некоторым источникам и с редкоземельными магнитами), асинхронный трехфазный переменного тока имеет мощность (макс.) – 235/302/362/416 л.с. при крутящем моменте (макс.) – 420/430/440/600 Нм. Точные сведения о его массо-габаритных характеристиках не приведены, но по фотографии его примерные размеры следующие: диаметр – 26 см, длина – 26 см, следовательно, масса около 100 кг [2].

Другим перспективным двигателем для электромобиля является асинхронная машина Байдасова – сверхэкономичный электродвигатель-генератор [3].

Он обладает удвоенной номинальной мощностью по сравнению с существующими двигателями тех же габаритов. Новый электродвигатель может кратковременно работать при нагрузке, втрое и более превышающей номинальную. У него высокий КПД номинального режима, уменьшенная кратность пускового тока и большой пусковой момент. Потери мощности снижены вдвое, а работа с частыми пусками, торможениями и реверсами является для него нормальным эксплуатационным режимом. Частоту вращения можно регулировать напряжением без снижения момента.

Машина обладает возможностью кратковременной работы при нагрузке, втрое превышающей номинальную в двигательном режиме и увеличенной в 4 раза мощностью в генераторном режиме.

Перспективным направлением электродвижения может считаться также использование мотор-колеса, когда электродвигатель непосредственно устанавливается в колесном диске [4].

Российская компания ООО «ТЭЭМП» разработала тяговый автомобильный безредукторный электропривод (мотор-колесо МК-40 – мощность макс. – 100 кВт, крутящий момент – 3000 Нм! диаметр диска-22,5 дюйма).

Конструкция обеспечивает:

- экономию электроэнергии – $8 \div 15\%$;
- высокий КПД ($>94\%$ в двигателе, $>90\%$ общий) в рабочем диапазоне скоростей вращения и мощностей (моментов);
- 2-х кратное превосходство по соотношению момент/масса над лучшими зарубежными разработками мотор-колес (Protean Electric, ZAwheel).

Социальные последствия массового вытеснения электромобилем автомобиля с ДВС. Рассмотрим социальные и экономические предпосылки и последствия массового внедрения электромобилей.

К подобным предпосылкам следует отнести:

- во-первых, потребность общества в экологически чистом виде транспорта. Стоимость технических решений по сокращению вредных выбросов ДВС постоянно растет, а с ростом автомобильного парка как в отдельно взятых городах, так и в странах в целом все эти технические решения по сокращению вредных выбросов ДВС сводятся на нет;
- во-вторых, уже сейчас электромобили производят, пусть пока мелкосерийно. При этом необходимо отметить, что электромобиль гораздо проще в изготовлении и еще проще и дешевле в техническом обслуживании во время эксплуатации. Выход на крупные серии позволит сократить, до приемлемой, стоимость электромобилей, которая сегодня еще остается высокой;
- в-третьих, развитие инфраструктурного обеспечения электромобилей, по всей видимости, не представляется технически сложным и не потребует значительных вложений. С увеличением дальности пробега оптимизируется и количество зарядных станций, и их стоимость. В этой области основной проблемой является сокращение времени зарядки, то есть простоя в пути. Сейчас уже есть технические решения по обеспечению зарядки в течение 10 мин.

Следует отметить, что на получение условной выгоды от уменьшения топливозаправок из-за постепенной электрификации транспорта рассчитывать не приходится, так как пока парк автомобилей не сократится до определенного предельного количества, необходимость существования сети топливозаправок останется. Скорее всего, надо просто по мере надобности электрифицировать топливозаправки, то есть обеспечить их зарядными устройствами и необходимым объемом подводимой электроэнергии. При этом сохранится занятость обслуживающего и сервисного персонала заправок.

Рассмотрим прогнозируемые потери нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей отраслей и сферы производства и обслуживания автомобилей.

По данным аналитического агентства «АВТОСТАТ» [5] в 2010 году в РФ потреблено 59 млн. т моторного топлива (рис. 1):

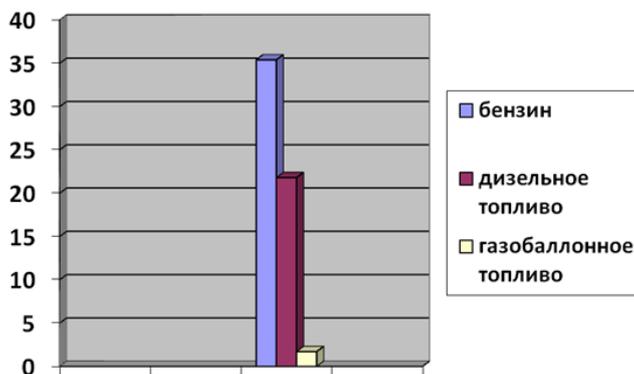


Рисунок 1 – Количество потребленного в России в 2010 г. моторного топлива (млн. т)

- 35,4 млн. т (60%) – бензина;
- 21,83 млн. т (37%) – дизельного топлива;
- 1,68 млн. т (3%) – газобаллонного топлива.

Рассчитаем стоимость потребленного топлива.

– 35,4 млн. т. бензина (при плотности $\rho = 0,75 \text{ г/см}^3$) составит 47 182 200 000 л, что стоит (при цене бензина 35 руб./л) 1 651 587 000 000 руб.;

– 21,83 млн. т. дизельного топлива (при средней плотности $\rho = 0,84 \text{ г/см}^3$) составит 25 988 615 000 л., что стоит (при цене дизельного топлива 35 руб./л) 909 601 525 000 руб.;

– 1,68 млн. т. метана (при средней плотности $\rho = 0,683 \text{ г/см}^3$) составит 2 459 736 456 м³, что стоит (при цене газобаллонного топлива 10 руб./м³) 24 597 364 560 руб.

Итого, цена потребленного в РФ в 2010 году моторного топлива составила 2 585 785 889 560 руб., а бензина и дизельного топлива (производятся из нефти) – 2 561 188 525 000 руб., то есть – 2 трлн. 561 млрд. 188 млн. 525 тыс. руб.

Таким образом, если потребления моторного топлива не будет (все пересядут на электромобили), то бюджет нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих компаний и предприятий РФ не досчитается более 2,5 трлн. рублей!

Что касается развитых стран, потери окажутся кратно больше [6].

Производство бензина в странах Европы осуществляется на 135 нефтеперерабатывающих заводах (НПЗ), производительность которых составляет 852 млн. тонн нефти в год, что составляет около 20% мировой нефтепереработки (на 01.01.2008 г.). Объем рынка бензинов в Европе на протяжении последних трех лет 112,0 – 125,0 млн. тонн. Для производства этого бензина нефтеперерабатывающие заводы (НПЗ) используют более 6,0 млн. тонн добавок (ЕТВЕ, МТВЕ, ТАМЕ), что в денежном эквиваленте оценивается в 6,5 млрд. долларов США.

Бензин составляет приблизительно 62% всей энергии, используемой для транспорта, 46% всего нефтяного потребления, и 17% полного американского потребления энергии. Приблизительно 49 баррелей бензина производятся с каждых 100 баррелей нефти - такова технология американских НПЗ.

Перемены в автомобильной индустрии повлекут за собой перестройку энергетической отрасли. Чтобы понять, в какой мере, можно представить, что весь мир пересел на электромобили уже сегодня [7].

Сколько понадобится энергии, чтобы обеспечить все электромобили? В России легковые машины в среднем проезжают 15,6 тыс. км в год, грузовые – в 4 раза больше. В США – 18,3 и 40,5 тыс. км соответственно. Согласно данным по 72 странам, средний пробег автомобиля составляет 16,4 тыс. км. В 2012 году все 1,14 млрд. автомобилей в мире проехали 18,72 трлн. км.

Общий расход топлива автотранспортом в 2011-м достиг 1,89 Гигатонн условного топлива, что эквивалентно 2,53 трлн. л. бензина или 22,3 трлн. кВт·ч энергии. Обычный автомобиль расходует 13,2 л. бензина на 100 км, то есть примерно 117 кВт·ч. Популярный электромобиль Tesla Model S тратит всего 23,6 кВт·ч на 100 км. Таким образом, годовые затраты электроэнергии для всех электромобилей могут составить примерно 4,42 трлн. кВт·ч – всего на 20% больше того, что вырабатывается сейчас.

Для производства такого объема на современных тепловых электростанциях (ТЭС) с учетом их КПД понадобится сжигать порядка 1,9 млрд. тонн каменного угля или 850 млрд. куб. м природного газа.

Учитывая КПД ТЭС в 30–42%, для обеспечения всех электромобилей потребуется сжечь не более 950 млн. тонн бензина. Это лишь 40% от топлива, сэкономленного за счет вытеснения двигателей внутреннего сгорания электродвигателями. Большая часть нефти идет на производство дизельного топлива и бензина, поэтому спрос на нее, как на первооснову автомобильного топлива, упадет в несколько раз.

Более того, сегодня лишь 4% электроэнергии вырабатывается из нефти (41% – из угля, 22% – из природного газа, 16% – ГЭС, 12% – АЭС). С ужесточением экологических стандартов эта доля едва ли увеличится. Получается, что лишняя нефть может оказаться слабо востребованной и в производстве электроэнергии. При резком сокращении спроса и цен на нефть эксплуатация значительной части месторождений углеводородов станет нерентабельной. Зато сократятся выбросы углекислого газа в атмосферу – с 5,7 млрд. тонн нынешнего автопарка до 2,4 млрд. тонн, выработанных электростанциями.

Сравним годовые затраты электроэнергии для всех электромобилей в мире с затратами в России. По данным упоминавшегося агентства «АВТОСТАТ» на 1.01.2015 в РФ насчитывается 40,8 млн. легковых автомобилей, израсходовавших 30,3 млн. тонн топлива (46,3% всего потребленного топлива). Всего транспортом потреблено топлива на 2,7 трлн. рублей, значит на топливо для легковых автомобилей затрачено 46,3% от указанной суммы – 1,25 трлн. руб.

Далее, если 40,8 млн. легковых автомобилей израсходовали 30,3 млн. тонн топлива, то средний годовой расход топлива одним автомобилем составил 0,74 т. При среднем пробеге легкового автомобиля в год в 15000 км (по данным того же «АВТОСТАТА»), расход топлива составляет 4,93 кг/100км или 6,6 л/100 км. Очень оптимистично для легкового автомобиля в России! Скорее всего, расход составил не менее 7 – 8 л/100км, следовательно, и пробег годовой – около 14000 – 12000 км.

Тогда теоретически суточный пробег составил $15000 (14000 - 12000) / 365 \approx 40 (38 - 33)$ км (здесь и далее в скобках будем указывать рассчитанные нами значения величин).

Пробег электромобиля Tesla Model S с батареей емкостью 85 кВт·ч декларирован в 500 км. Оставляем 20% неснижаемый заряд батареи, тогда гарантированный пробег – 400 км. При суточном пробеге, равном суточному пробегу автомобиля, батарею необходимо заряжать каждые $400/40 (38 - 33) = 10 (10,5 - 12)$ дней. Следовательно, чтобы электромобилю пробежать 15000 (14000 – 12000) км в году потребуется $365/10 (10,5 - 12) = 37 (35 - 30)$ полных зарядок батареи. Чтобы зарядить батарею емкостью в 85 кВт·ч, потребуется, с учетом сорокапроцентных потерь, 119 кВт·ч.

Следовательно, на все зарядки электромобиля в течение года потребуется $119 \times 37 (35 - 30) = 4403 (4165 - 3570)$ кВт·ч, а на 40,8 млн. электромобилей – $4403 (4165 - 3570) \times 40,8$ млн. = 179 642 400 000 (169 932 000 000 – 145 656 000 000) кВт·ч.

При средней стоимости одного кВт·ч 3 руб 38 коп., затраты на зарядку электромобилей в течение года составят 607 191 312 000 (574 370 160 000 – 492 317 280 000) руб.

По сравнению с затратами на топливо автомобилей в 1,25 трлн. руб. затраты на электроэнергию зарядки электромобилей в 2 – 2,5 раза ниже!

Годовое генерирование электроэнергии в РФ около 1 трлн. кВт·ч. Годовое потребление электроэнергии на зарядку электромобилей в России составит 179 642 400 000 (169 932 000 000 – 145 656 000 000) кВт·ч – 18 (17 – 15)% от годовой выработки электроэнергии. Полученные данные сопоставимы с приведенными для мирового потребления электроэнергии электромобилями.

Приведем еще один расчет, взятый из [8].

Все СМИ пестрят прогнозами, что если будет проводиться массовая электрификация, то вырабатываемой электроэнергии просто не хватит на все транспортные средства (ТС) на электротяге, потому что все электростанции мира производят меньше энергии чем нужно электромобилям и т.д, и т.п. Верно ли это?

Сделаем небольшой расчёт: допустим электроэнергии вырабатывается в РФ за год 1,053 триллиона кВт·ч (2012 г.) В парке легковых автомобилей 37 млн. авто. Электромобильщики пишут что у них в среднем выходит 116 Вт·ч на км пробега Если каждый из них проезжает в среднем за год 30 тыс. км, то получается расход 3480 кВт·ч умножаем на 37 млн. и получаем 129 млрд кВт·ч будет затрачено на потребление ВСЕХ легковых автомобилей РФ

при переходе на электротягу. Что составляет около 12% от вырабатываемой за год электроэнергии, что можно обеспечить, подняв ее выработку на столько же.

Необходимо учесть и еще один неоспоримый факт – значительные затраты электроэнергии нефтедобывающими, нефтетранспортными и нефтеперерабатывающими компаниями, около 73 млрд. кВт·ч в год:

- энергозатраты на добычу нефти и газоконденсата составляют около 117 кВт·ч/т. Добыча нефти и газоконденсата в РФ за период 2012 – 2014 гг. составила в среднем 500 млн. т в год. Следовательно, только на добычу расходуется $500 \text{ млн. т} \times 117 \text{ кВт·ч/т} = 58,5 \text{ млрд. кВт·ч}$ электроэнергии;

- потребление электроэнергии в РФ на транспортировку нефти и нефтепродуктов по трубопроводам в 2006 году (к 2012 г. только возросло) составило 14,1 млрд. кВт·ч;

- потребление электроэнергии в РФ двадцатью семью крупными НПЗ составляет около 400 млн. кВт·ч.

Анализ статистических данных и публикаций показывает, что учет потребляемой электроэнергии российскими железными дорогами, мягко говоря, не налажен. Поэтому найти данные по затратам электроэнергии на перевозку нефтепродуктов по железной дороге в целом и по её электрифицированным участкам в частности, затруднительно. Тем не менее, в 2012 году объём грузоперевозок РЖД составил 1,434 млрд. т, а доля перевезенных нефтепродуктов – 279,2 млн. т (около 20%). Если эти нефтепродукты не перевозить за ненадобностью, то потребление электроэнергии на РЖД тоже снизится процентов на 10 – 15%.

Таким образом, электроэнергетические издержки на обслуживание добычи, транспортировки и переработки нефтепродуктов существенно сократятся при переходе на электромобили, возможно настолько, что и не потребуется экстренно увеличивать производство электроэнергии в ближайшее десятилетие.

Это значит, что электромобиль не выгоден нефтяникам. При резком сокращении потребления нефти эксплуатация большинства месторождений станет экономически невыгодной, что резко поменяет существующие межгосударственные отношения и снизит влияние на мировую экономику стран-экспортеров нефти [9].

Существующие (и могущие возникнуть) противоречия препятствуют принятию волевого решения о начале массового производства электромобилей как самими автопроизводителями, так и правительствами многих стран. Сложившаяся ситуация выгодна слишком многим и изменить ее может только большое потрясение в сфере международных отношений.

Электромобиль не выгоден и автопроизводителям.

В процессе производства автомобилей используется большое количество металла, типичный автомобиль состоит из нескольких тысяч деталей, сеть автосервисов существует за счет постоянно ломающихся машин, большое количество износившихся автомобилей требует наличие развитой системы вторичной переработки и утилизации. Сформировавшаяся мода и постоянно незначительно ужесточающиеся требования к выхлопам, приводят к тому, что в развитых странах машина меняется, как минимум, каждые пять лет.

Для обеспечения автомобилей топливом поддерживается большая сеть автозаправок, источник энергии и смазки для автомобилей с двигателем внутреннего сгорания — нефть, приносящая огромные прибыли нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности.

Если просуммировать количество рабочих мест в сфере обслуживания автомобилей, создаваемых одним рабочим местом на автозаводе, окажется, что на одного автомобилестроителя приходится минимум пять рабочих мест непосредственно связанных с обслуживанием автомобилей. Для сравнения: обычно одно место в сфере производства материальных благ обычно создает два места в сфере обслуживания.

Если экстраполировать данные с учетом необходимости обслуживания населения, занятого в автомобильной сфере, то получится около двенадцати рабочих мест, создаваемых одним рабочим местом автомобилестроителя.

Электромобили намного более экономичны в потреблении энергии, из-за необходимости облегчения веса корпус электромобиля создается из материалов, устойчивых к коррозии, сам по себе электромобиль реже ломается, в нем содержится намного меньше деталей, в обслуживании электромобиль весьма прост и дешев. Все эти преимущества электромобиля делают его весьма вредным и опасным в плане социальных и экономических потрясений, связанных с массовым внедрением электротранспорта в жизнь населения.

Основная проблема состоит в том, что производство и обслуживание электромобилей потребует в три раза меньше рабочих мест, чем требуется для поддержания индустрии автомобилей с двигателем внутреннего сгорания. Массовое сокращение рабочих мест при широком распространении электромобилей неминуемо приведет к резкому росту безработицы и большим социальным потрясениям.

Однако на самом деле беспокоиться нефтяникам еще рано. Аналитики Goldman Sachs считают, что продажи электромобилей в 2020 году не превысят 1%, их коллеги из PwC и Navigant Research придерживаются более оптимистичных оценок (2,3 и 3% соответственно). Правительство США ставило задачу увеличить число электромобилей на дорогах до 1 млн. к 2015-му, однако пока их в 4 раза меньше. Китай также не выполняет поставленную два года назад задачу повышения доли электромобилей. В середине 2014-го на один электромобиль приходилось 200 обычных машин.

Специалисты Министерства энергетики США отмечают, что автопроизводители предпочтут создание более экологичных и эффективных двигателей внутреннего сгорания, а не радикальные перемены в своем модельном ряду. Топ-менеджеры крупнейших автомобильных корпораций (Toyota, Volvo и Renault-Nissan) согласны, что большое будущее имеют гибриды с двигателем внутреннего сгорания. По крайней мере, им это было бы гораздо выгоднее.

Законы технического прогресса неумолимо ведут к электрификации автомобильного транспорта. Она необходима и возможна только с одновременным поиском пути минимизации социальных потерь.

Дальнейшие исследования будут продолжены в области анализа возможных путей электрификации наземного транспорта.

Выводы:

1. В настоящее время идея конкурентно успешного перевода автомобиля на электротягу решена технически и конструктивно.

2. Внедрение электромобилей обусловлено социальными и экономическими предпосылками:

- настоящая потребность в экологически чистом транспорте;
- простота конструкции электромобиля и его технического обслуживания;
- возможность быстрого развития инфраструктурного обеспечения автомобилей (создания зарядных станций).

3. Годовые экономические затраты на электроэнергию для зарядки электромобилей фактически в 3 – 3,5 ниже по сравнению с затратами на топливо автомобилей с ДВС.

4. Годовое потребление электроэнергии на зарядку электромобилей в России составит не более 20% от годового генерирования электроэнергии.

При этом существенно сократятся электроэнергетические издержки на обслуживание добычи, транспортировки и переработки нефтепродуктов, возможно настолько, что и не потребуются экстренно увеличивать производство электроэнергии в ближайшее десятилетие.

5. Электромобиль не выгоден нефтяникам. При резком сокращении потребления нефти эксплуатация большинства месторождений станет экономически невыгодной, что резко поменяет существующие межгосударственные отношения и снизит влияние на мировую экономику стран-экспортеров нефти.

6. С началом массовой продажи электромобилей существенные потери нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей отраслей и сферы производства и обслуживания автомобилей неизбежны.

При гипотетической замене всех автомобилей в России на электромобили, из-за отказа от потребления только моторного топлива бюджет нефтяных и нефтеперерабатывающих компаний и предприятий РФ не досчитается более 2,5 трлн. рублей. Кроме того, останется без работы огромная армия работников отрасли.

7. Электромобиль невыгоден и автопроизводителям. Автомобилестроение является локомотивом экономического развития, в сфере производства и обслуживания автомобилей сосредоточено огромное количество высококвалифицированных специалистов, которые потеряют работу в связи с электрификацией транспорта.

8. Законы технического прогресса неумолимо ведут к электрификации автомобильного транспорта. Она необходима, но возможна только с одновременным поиском пути минимизации социальных потерь в обществе.

Список литературы

1. Борьба за федеральное финансирование исследований аккумуляторов в США – Режим доступа URL: http://www.dig.by/2_миллиарда_долларов_на_разработку_АКБ, (Источник: www.reuters.com) (дата обращения 19.01.2016).

2. Устройство, принцип и конструкция двигателя автомобиля Tesla Модель S. – Режим доступа URL: <http://tesla-avtomobil.ru/tesla-model-s/dvigatel-elektromobilya-tesla-motors/> (дата обращения 01.03.2016).

3. Асинхронный мотор-генератор для массового электромобиля, сверхэкономичных электроприводов и генерирующих станций. Вестник Владикавказского научного центра. 2011. Том 2. №3. – Режим доступа URL: <http://prossetin.ru/motor.htm>. (дата обращения 07.03.2016).

4. Безредукторный электропривод — мотор-колесо. – Режим доступа URL: <http://втораяиндустриализация.рф/motor-koleso/>(дата обращения 11.03.2016).

5. Аналитическое Агентство «АВТОСТАТ». Потребление топлива автотранспортом России в 2010 году – Режим доступа URL: <http://solex-un.ru/energo/review/avtomobilnyy-transport/obzor-1> (дата обращения 27.02.2016).

6. Запасы бензина (Inventories of gasoline) – Режим доступа URL: http://forexaw.com/TERMs/Exchange_Economy/Macroeconomic_indicators/Other_macro_economic_indicators/1309_Запасы_бензина_Inventories_of_gasoline_это#h3-0 (дата обращения 03.03.2016).

7. Соколов А. Что будет с энергетикой, если завтра весь мир откажется от бензина? Режим доступа URL: <http://rbcdaily.ru/magazine/trends/562949992721227>. (дата обращения 06.03.2016).

8. Всемирный переход на электротягу. Возможности и перспективы. – Режим доступа URL: <http://hghltd.yandex.net/yandbtm?fmode=inject&url=http%3A%2F%2Felectrotransport.ru%2Fussr%2Findex.php%3Ftopic%3D20830.0&tld=ru&lang=ru&la=1477086592&tm=1478091685&text> (дата обращения 06.03.2016).

9. Спицын Д. Последствия внедрения электромобилей. Беларусь. – Режим доступа URL: http://www.dig.by/Последствия_внедрения_электромобилей (дата обращения 15.03.2016).

АЛГОРИТМЫ И УСТРОЙСТВА ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПО ОПОРНЫМ ТОЧКАМ

Альмахрук Мухиб Мухамед – аспирант, кафедра систем автоматизированного проектирования Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ», Иордания

Гаврилов Игорь Авенирович – начальник отделения ФГУП Государственный научно-исследовательский институт прикладных проблем, г. Санкт-Петербург

Мукало Юрий Иванович – начальник отделения ФГУП Государственный научно-исследовательский институт прикладных проблем, г. Санкт-Петербург

Фахми Шакиб Субхиевич – доктор технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории проблем развития транспортных систем и технологий ФГБУН Институт проблем транспорта имени Н. С. Соломенко Российской академии наук

Аннотация: Предложен пространственно-рекурсивный метод поиска опорных точек для решения задач кодирования и декодирования изображений, предложены алгоритмы, устройства и оценка информационных показателей качества: точность восстановления, скорости передачи и сложность кодирующих устройств.

Ключевые слова: рекурсия, полигон, опорные точки, кодирование, точность, скорость и сложность.

THE ALGORITHMS AND THE IMAGING DEVICE CONTROL POINTS

Almahrouk M.M. – graduate student, Saint-Petersburg Electrotechnical University “LETI”, Jordan

Gavrilov Igor A. – Research Institute of Applied Problems

Mukalo Jurij I. – Research Institute of Applied Problems

Fahmi Shakib S. – Doctor of Technical Sciences, docent

Abstract. Proposed spatial-recursive method of finding control points for solving the tasks of encoding and decoding images, the proposed algorithms, devices, and evaluation of information quality metrics: recall accuracy, speed of transmission and the complexity of the coding devices.

Keywords: recursion, polygon, control points, encoding, precision, speed and complexity.

Введение

С развитием техники стало актуальным передавать изображение необходимого, а не произвольного разрешения, так как не все устройства могут отобразить изображение исходного разрешения - концепция выбора кодера по запросу. В связи с этим появились пирамидально-рекурсивные методы кодирования и декодирования изображений [1-4].

В связи с огромным объемом видеоданных, в частности для передачи, обработки и анализа спутниковых снимков, коллекций, ассоциативного поиска в базах аудио- и видеоданных по семантическому содержанию возникла необходимость в адаптивно-динамической структуризации. Поскольку основной целью является не столько представление видеoinформации, сколько последующий семантический анализ, возникает необходимость перейти от стандартных форматов передачи и хранения данных к специфическим формам, ориентированным на решение конкретных проблем [3].

В статье поставлена задача развития предложенного в [5] метода кодирования и декодирования изображений по опорным точкам путём:

– пространственно-рекурсивного разбиения на полигоны различной формы и размера на этапе кодирования;

- построения регулярных и нерегулярных триангуляционных сеток по взаимосвязанным соседним опорным точкам;
- аппроксимация на этапе декодирования из условия сохранения признаков требуемых объектов в виде набора опорных точек (формы или контуры) в соответствующих полигонах;
- исследования информационных показателей качества для выявления взаимосвязи скорости передачи со сложностью устройств кодирования изображений по опорным точкам.

Метод кодирования и декодирования изображений по опорным точкам.

В работе [3] используется подход, в котором, конструирование контекстно-значимых фрагментов происходит путём поиска равнояркостных и равноцветных фрагментов и придание им интегрированных по изображению характеристик за счет выбора переменных порогов отсечки. А предложенный авторами метод отличается тем, что на этапе анализа изображений, выполняются следующие функции (рис. 1):

- поиск и представление (структурирование) опорных точек путём рекурсивного разбиения изображения на полигоны различной формы и площади в зависимости от статистических свойств областей изображения (рис. 1б);
- выделение опорных точек объектов изображения по заданным признакам (форма, цвет, контуры и др.) (рис. 1в);
- сохранение и передача опорных точек, несущих семантическую нагрузку, в виде одномерного динамического массива, что позволяет эффективно кодированию в двоичном представлении и передаче их по каналу связи;
- применение триангуляции опорных точек с последующей аппроксимацией по яркости на этапе восстановления.

Описание метода кодирования по опорным точкам

Метод кодирования и декодирования изображений по опорным точкам заключается в следующем: Исходное изображение разбивается на определенные полигоны различной формы и площади (квадраты, прямоугольники, треугольники). Далее процедура разбиения повторяется для каждого вновь полученного полигона (g_i) до тех пор, пока размах по яркости элементов в пределах полигона (Δv) не будут превышать заданного порога (ρ). Далее в каждом полигоне производится поиск одной опорной или множества опорных точек в зависимости от заданной точности обнаружения признаков объекта и специфики поставленной прикладной задачи.

Полигон изображения – это фрагмент пространственной структуры, содержащий множество пикселей, составляющих определенную площадь и представляющих геометрическую форму данного фрагмента (рис. 1 а, б). Полигоны могут быть трёх типов: значимые, составные и пустые.

Значимый полигон: максимальное количество коррелированных отчетов (пикселей), представляющих локальную область исходного изображения с семантически значимой информацией (объекты). Данные полигоны являются объектом исследований данной статьи и в них проводится поиск опорных точек требуемых объектов.

Составной полигон: Область исходного изображения, имеющая семантическую нагрузку в виде различных объектов с различными признаками и характеристиками. Эти полигоны всегда подвергаются разбиению для получения из них значимые или пустые полигоны.

Пустой полигон: Это область изображения, не содержащая особо значимую информацию и представляющая в некотором смысле фон, не сливающийся с объектами.

Представление данных, полученных в результате рекурсивного разбиения областей при пирамидальном представлении, осуществляется путём последовательного размещения видеоданных одного уровня (l) иерархии в динамический массив. Достоинство такого метода заключается в возможности создания формата представления изображений с постепенным

«проявлением» изображения в процессе загрузки и высокая степень распараллеливания алгоритмов на этапе кодирования и декодирования.

Основные достоинства триангуляции на этапе декодирования заключаются в следующем (рис. 1 в, г):

- естественным образом подстраивается под данные — там, где опорные точки разрежены, треугольники — крупнее, а там, где есть сгущение — мельче (рис. 1 а,б);
- число треугольников не превышает удвоенного числа опорных точек;
- у прямоугольной сетки для адекватного отображения достаточно изменчивых поверхностей, необходимо сильно измельчать сетку, что требует больших вычислительных мощностей на этапе восстановления результирующего изображения (рис. 1 д) и ведет к образованию неустойчивости. Этот недостаток отсутствует в случае треугольной сетки.

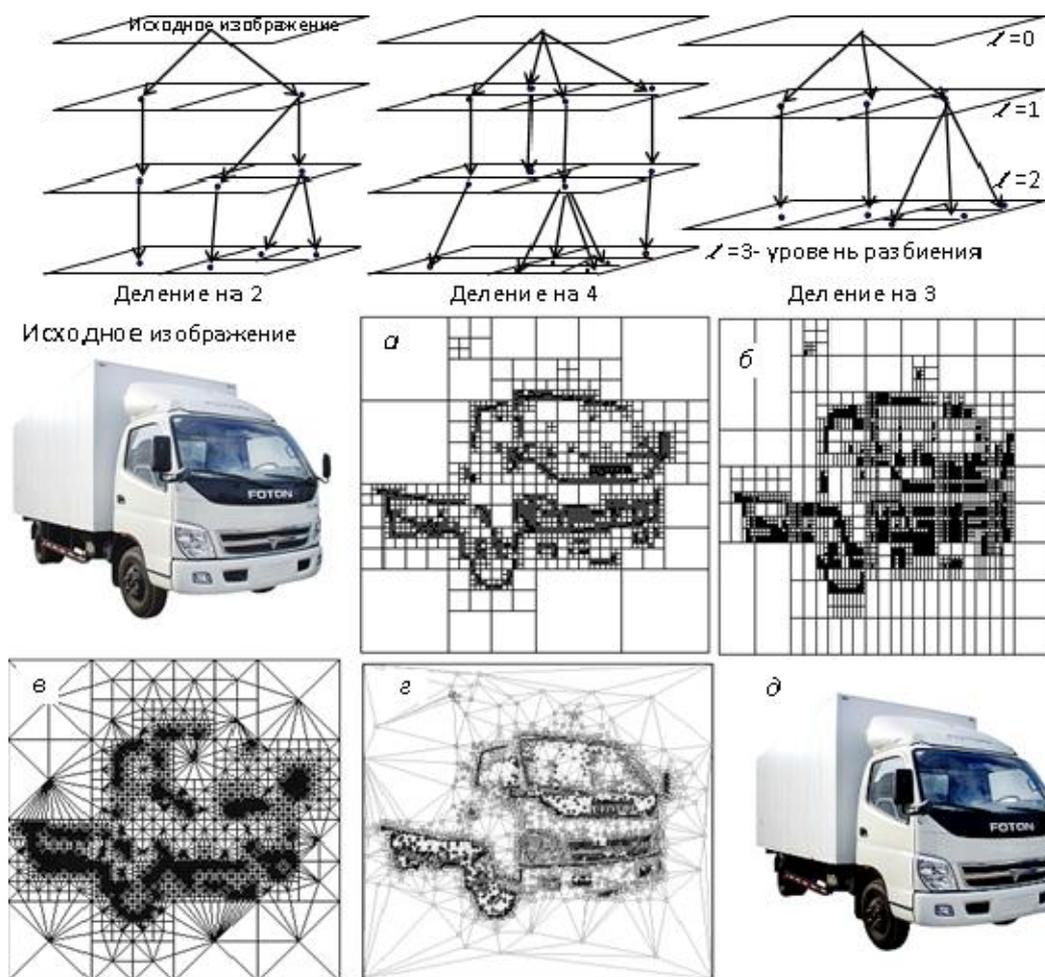


Рисунок 1 – Деление на 4 а), на 3 б), регулярная триангуляция опорных точек в) и нерегулярная г) (Делоне) результирующего изображения д)

Регулярность пирамидальных структур позволяет создавать эффективные видеосистемы обработки изображений из-за возможности распараллеливания алгоритмов. Развитие пирамидально - рекурсивных методов сдерживалось несколькими факторами:

- не разработан адекватный аппарат оперирования с данными, представленными в таком виде;
- нерешенными остаются многие вопросы реализации пирамидальных представлений на существующих ЭВМ как параллельного, так и последовательно типа;

– отсутствие чёткого определения понятия полезной информации (опорные точки на исходном изображении) и критерия разбиения.

Развитие технологии систем на кристалле позволило перейти от теоретического моделирования к реализации быстрых пирамидально - рекурсивных алгоритмов обработки видеоинформации.

Алгоритмы и устройства кодирования и декодирования изображений

Рекурсивный параллелизм может использоваться, когда в программе есть одна или несколько рекурсивных процедур, и их вызовы независимы, т.е. каждый из них работает над своей частью общих видеоданных. Рекурсия является одной из фундаментальных парадигм в логических и функциональных языках программирования [6].

Рекурсия является основой предлагаемых авторами алгоритмов, т.к. включают в себя процедуру разбиения (рис. 2 блок 3а и 4б) изображения на полигоны $r_1 \dots r_3$ (рис. 2 блоки 5-7). Далее каждый полигон в свою очередь обрабатывается и разбивается далее на последующие полигоны меньшего размера. Обработка полигона заключается в вычислении статистических характеристик (среднеквадратическое отклонение, радиус корреляции, дисперсия и т. д.) полигона в зависимости от поставленной задачи предметной области исследований. Очевидно, что количество шагов последовательного вычисления рекурсии имеет порядок n , а, параллельного $\log n \cdot N$, где N – общее число полигонов.

Алгоритмы разбиения и поиска опорных точек (рис. 2а) и восстановления (рис. 2б) видеоинформации реализуются с использованием параллельных алгоритмов, учитывающих специфику устройств с рекурсивной обработки видеоинформации (РОВ).

Выбор структурной организации систем РОВ основывается на учете возможностей распараллеливания решаемых задач (параллельный процесс подсказывает целесообразную структуру системы РОВ) [7]. С другой стороны, построение требует наглядного представления динамики протекания параллельных процессов в системах РОВ.

Процесс аппаратной реализации параллельной системы РОВ включает три этапа:

1. Разработка параллельной схемы функционирования устройств РОВ (рис. 3).
2. Экспериментальные исследования информационных показателей качества системы РОВ.
3. Оценка производительности системы.

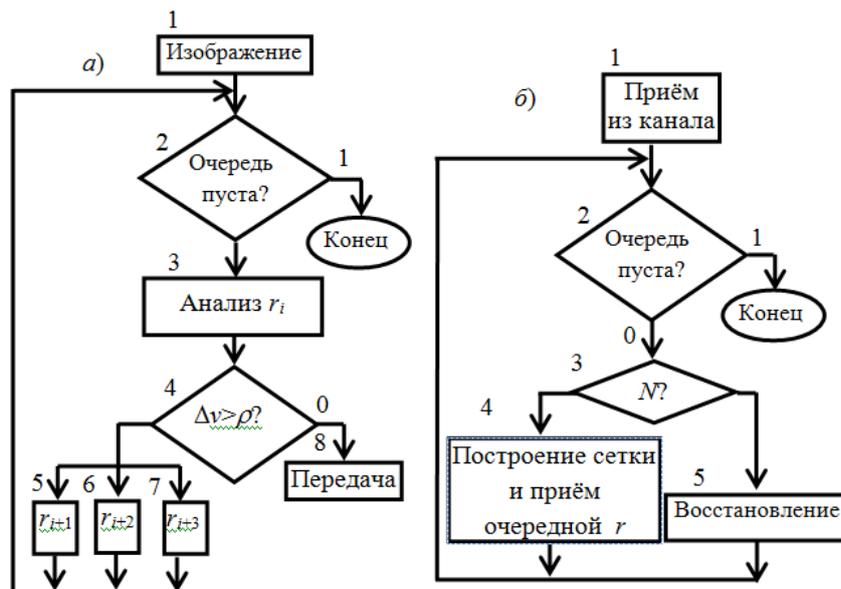


Рисунок 2 – Алгоритмы разбиения, поиска опорных точек: а) и восстановления; б) изображений

В большинстве случаев выполнение каждого из этих двух этапов оказывает влияние на два других. Выбор структурной организации систем РОВ основывается на учете возможностей распараллеливания решаемых задач (параллельный процесс подсказывает целесообразную структуру системы РОВ). С другой стороны, построение требует наглядного представления динамики протекания параллельных процессов в системах РОВ.

Функционирование ядра видеосистемы интерпретируется как обработка макросов, поступающих от основных обрабатывающих узлов к устройствам хранения информации и проходящих по системной шине (рис. 3) через схемы коммутации различных типов.

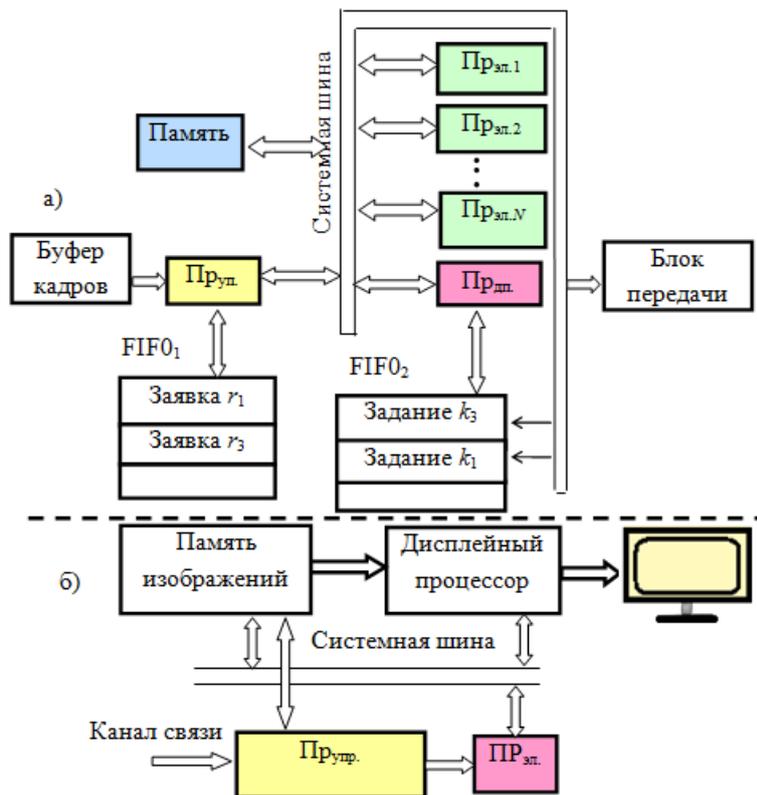


Рисунок 3 – Устройства кодирования:
а) и декодирования; б) изображений по опорным точкам

Соответственно, можно выделить несколько причин снижения производительности видеосистемы:

- возникновение «аппаратных конфликтов», т. е. ситуаций, при которых два или более потребителя аппаратных ресурсов системы одновременно требуют один и тот же ресурс (например, одновременное обращение двух процессоров к общему блоку памяти или интерфейсной магистрали). Физически аппаратные конфликты означают нахождение процессоров в состоянии ожидания освобождения требуемого ресурса;

- конфликты, связанные с особенностями реализации межмодульных связей.

Межмодульные связи могут быть реализованы:

- на основе полной взаимной коммутации всех модулей (любой процессор взаимодействует с памятью);

- посредством системной шины (магистрали), к которой подключаются все или часть компонентов видеосистемы (односвязанный интерфейс);

- посредством нескольких общих шин, к каждой из которых подключаются все процессоры и модули памяти;

- посредством нескольких групп частных шин.

Распараллеливание алгоритмов кодирования и декодирования видеoinформации осуществляется следующим образом. Трудоемкие функции анализа (параллельные блоки 5-7 рис. 2) текущего полигона передаются элементарным процессорам ($Pr_{эл.}$) в составе системы РОВ, а выполнение функции управление, синхронизации и передачи (или приёма) управляющему процессору ($Pr_{упр.}$), а функции организации очереди и формирование новых заданий или заявок (r) процессору-диспетчеру ($Pr_{дп.}$).

Взаимодействие Процессоров (рис. 3) осуществляется посредством передачи сообщений через два буфера межпроцессорной связи FIFO1(буфер заявок P_i содержащий информацию о полигонах), FIFO2 (буфер очереди заданий для параллельной обработки). Такая организация межпроцессорной связи минимизирует общее время выполнения задания (анализ полигона на разбиение), так как наличие очереди заданий (FIFO2) на обслуживание является оптимальным средством управления загрузкой $Pr_{эл.}$, в которых выполняется наибольшая часть вычислений.

Исследование информационных показателей качества системы

Для решения задачи исследования информационных показателей качества системы выполнялась следующая последовательность действий:

– моделирование тракта сжатия и восстановления и оценка информационных показателей качества системы было выполнено над шестью изображениями различных классов из компактно-представительной выборки сюжетов [10] и полученный график зависимостей (рис. 4) получен путём усреднения по трём показателям: точность восстановления (ϵ), скорость передачи (R) и сложность устройства (W) кодирования и декодирования:

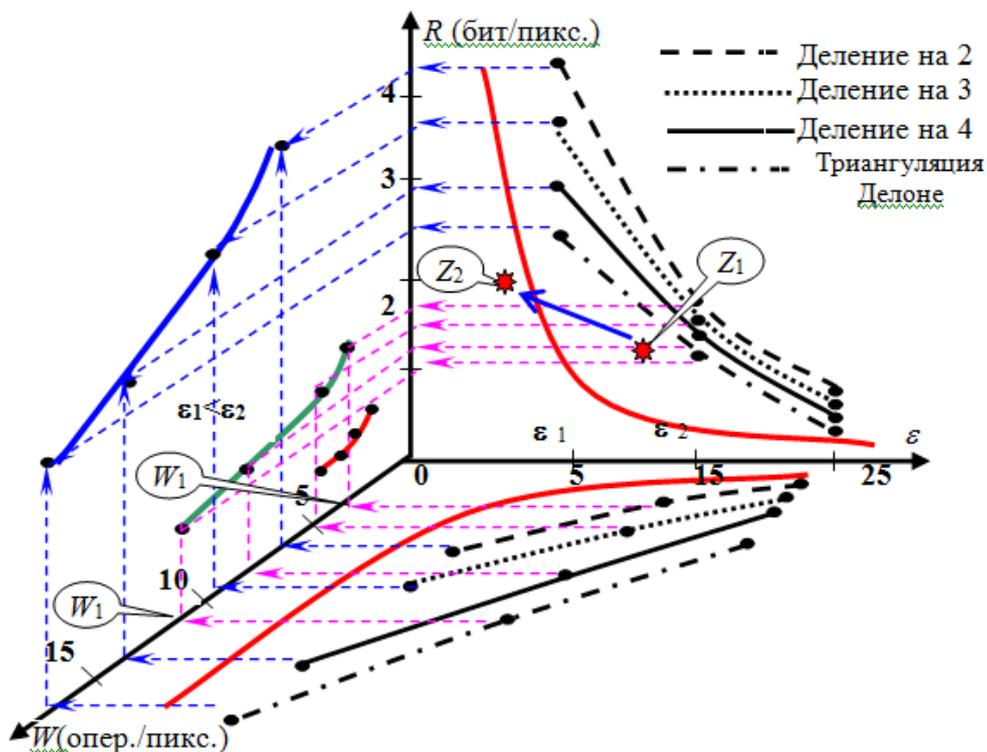


Рисунок 4 – Информационные показатели качества: точность восстановления (ϵ), скорости передачи (R) и сложности устройства (W) для различных алгоритмов разбиения изображения

– моделирование тракта сжатия и восстановления изображений при изменении значения порога (ρ).

– оценка качества результирующего изображения на основе двух способов восстановления: регулярная триангуляционная сетка полигонов (рис. 1в) и нерегулярная триангуляционная стека по Делоне (рис. 1г), при котором приемлемо качество результирующего изображения.

Предложенный в [2] функционал взаимнообмена скорости передачи и сложности кодера непрерывного источника восходит к колмогоровским средним, а именно гармоническому среднему и отличается от гармонического среднего отсутствием множителя числа слагаемых.

Из графика видно, что при одной и той же ошибке передачи ε_2 переход от способа кодирования (например, алгоритм деления на $2-Z_1$) к способу кодирования (например, алгоритм деления на $4-Z_2$) ценой перехода от сложности W_1 к большей сложности W_2 обеспечивает лучшее приближение к эpsilon-энтропии: $R_2 < R_1$. Уменьшение назначаемой ошибки ведет к увеличению эpsilon-энтропии и сдвигу границы реализуемых кодов на рис. 4 – влево и вверх.

Заключение

По результатам исследований можно сделать следующие выводы:

– синтез кодирующих устройств изображений должен опираться на критерий эффективности кодера, учитывающий, кроме эффективности использования канала связи (степень приближения к эpsilon-энтропии непрерывного источника изображений), но и включающий учёт взаимосвязи потери полезной информации, скорости передачи и вычислительной сложности кодера;

– для определения предельных возможностей согласования кодеров источника непрерывного сигнала и дискретных каналов в смешанных системах связи необходима опора на сопряжённую триаду: априорная информация, критерий качества и совокупность ограничений;

– получен трёхмерный график взаимосвязи информационных показателей качества, обеспечивающий выбор оптимальных значений точности, скорости и сложности устройств кодирования и декодирования по опорным точкам.

–

Список литературы

1. Твердотельные телекамеры: накопление качества информации /А.К. Цыцулин, Д.Ю. Адамов, А.А. Манцветов, И.А. Зубакин. – СПб.: СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2014. 271 с.
2. Березин В. В., Фахми Ш. С., Цыцулин А. К. Начальный этап проектирования видео-систем на кристалле. – СПб.: «Оптический журнал». 2012. Т.79. Вып.11. С. 76-83.
3. Александров В.В., Кулешов С.В., Цветков О.В. Цифровая технология инфокоммуникации. Передача, хранение и семантический анализ текста, звука, видео. – СПб.: Наука. 2008. 244 с.
4. Агаронян О.С. Иерархическая адаптивная сегментация изображений / Проблемы управления. 2009. № 4. С. 74-79.
5. Фахми Ш.С. Кодирование и декодирование видеоинформации // Вопросы радио-электроники. Сер. 51. Техника телевидения. 2007. Вып. 2. С. 43-51.
6. Misra J. «Powerlist: A structure for parallel recursion» ACM Trans. Program. Lang. Syst. 1994. Vol. 16, No. 6. P. 1737-1767.
7. Специализированные ЦВМ. Учебник для вузов / В.Б. Смолов, В.В. Барашенков, В.Д. Байков и др.], под ред. В. Б. Смолова.
8. Zhao J., Zhu S., Huang X. «Real-time traffic sign detection using surf features on fpga», in High Performance Extreme Computing Conference (HPEC), 2013 IEEE. IEEE. 2013. P. 1-6.

9. Wang W., Huang X. «An fpga co-processor for adaptive lane departure warning system» in Circuits and Systems (ISCAS), 2013 IEEE International Symposium on. IEEE, 2013, pp. 1380-1383.

10. Фахми Ш.С. Классификация нестационарных изображений и разработка методики оценки алгоритмов кодирования источника / Ш.С. Фахми, И.А. Зубакин // Научно-технический вестник СПбГУ ИТМО. 2010. № 2 (66). С. 54-59.

УДК 629.7

АЛГОРИТМ ОЦЕНИВАНИЯ НАЧАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРИЕНТАЦИИ ПОДВОДНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Сиек Юрий Леонардович – доктор технических наук, заведующий кафедрой

Хуторная Екатерина Викторовна – кандидат технических наук, заведующая лабораторией

Санкт-Петербургский государственный морской технический университет

Аннотация. Рассматриваются вопросы синтеза алгоритма оценивания начального состояния системы пространственной ориентации подводного транспортного средства на основе применения алгоритма нелинейной фильтрации. Решается задача определения оценок угловых скоростей, углов крена и дифферента по измерениям, получаемым от датчиков угловых скоростей и ускорений бортовой инерциальной навигационной системы. Целью работы является повышение точности и снижение длительности переходного процесса при оценке начальных значений параметров системы. Для этого предложено реализовать в вычислительной среде подводного транспортного средства алгоритм инвариантного погружения, который позволяет снизить влияние нелинейностей моделей системы и измерений на результаты вычислений.

Ключевые слова: система пространственной ориентации, алгоритм инвариантного погружения.

ALGORITHM OF INITIAL STATE EVALUATION FOR SPATIAL ORIENTATION SYSTEM OF UNDERWATER TRANSPORT VEHICLE

Siek Yuriy L. – Doctor of Technical Sciences, docent

Khutornaia Ekaterina V. – PhD (Tech.)

St. Petersburg state marine technical university

Abstract. Deals with the synthesis of algorithm for evaluation of the initial state of the spatial orientation system of the underwater transport vehicle based on the using of the algorithm of nonlinear filtering. This paper is devoted to the problem of determining the estimates of angular velocity, pitch and roll angles from measurements obtained from the sensors of angular velocities and accelerations in onboard inertial navigation system. The purpose of the study is to improve the accuracy and decrease the duration of the transition process in the evaluation of the initial values of the system parameters. For this was proposed to realize the invariant embedding algorithm, which reduces the influence of nonlinear system models and measurement results on the calculations in the onboard computing environment of the underwater transport vehicle.

Keywords: spatial orientation system, invariant embedding algorithm.

Введение

При решении различного рода задач основным режимом работы подводного транспортного средства (ПТС) является сложное пространственное маневрирование, для которого необходимо определение параметров ориентации, что позволяют сделать системы пространственной ориентации (СПО). Оценивание начального состояния СПО ПТС заключается в определении оценок угловых скоростей, углов крена и дифферента по измерениям, получаемым от датчиков кинематических параметров (гироскопов и акселерометров) бортовой инерциальной навигационной системы (ИНС), включающей систему пространственной ориентации.

Математическая модель оценки начального состояния СПО ПТС

Рассмотрим возможный вариант нелинейной математической модели оценки начального состояния СПО ПТС. Пусть движение ПТС происходит прямолинейно с постоянной скоростью [4], тогда модель изменения параметров ориентации ПТС выглядит следующим образом:

$$\begin{aligned}\theta &= \theta_0 + \theta_1 \sin \omega_1 t, \\ \gamma &= \gamma_0 + \gamma_1 \sin \omega_2 t, \\ \psi &= \psi_0,\end{aligned}\tag{1}$$

где θ – угол дифферента, γ – угол крена, ψ – угол курса, ψ_0 – начальное значение угла курса, θ_1 – амплитуда угла дифферента, γ_1 – амплитуда угла крена, ω_1 – частота изменения угла дифферента, ω_2 – частота изменения угла крена.

Уравнения кинематических связей имеют вид:

$$\begin{aligned}\omega_x &= \dot{\gamma} + \dot{\psi} \sin \theta, \\ \omega_y &= \dot{\psi} \cos \theta \cos \gamma + \dot{\theta} \sin \gamma, \\ \omega_z &= -\dot{\psi} \cos \theta \sin \gamma + \dot{\theta} \cos \gamma,\end{aligned}\tag{2}$$

где $\omega_x, \omega_y, \omega_z$ – проекции угловой скорости ПТС на оси x, y, z .

При условии $\dot{\psi} = 0$:

$$\begin{aligned}\omega_x &= \dot{\gamma}, \\ \omega_y &= \dot{\theta} \sin \gamma, \\ \omega_z &= \dot{\theta} \cos \gamma.\end{aligned}\tag{3}$$

Из (2) и (3) получаем модель динамики системы в виде:

$$\begin{cases} \frac{d\gamma}{dt} = \omega_x, \\ \frac{d\theta}{dt} = \omega_y \sin \gamma_0 + \omega_z \cos \gamma_0, \\ \frac{d\omega_x}{dt} = \ddot{\gamma}, \\ \frac{d\omega_y}{dt} = \omega_x \omega_z + \ddot{\theta} \sin \gamma_0, \\ \frac{d\omega_z}{dt} = -\omega_x \omega_y + \ddot{\theta} \cos \gamma_0. \end{cases}$$

Модель измерений может быть представлена в виде:

$$\begin{cases} V_x^u = -gt \sin \theta_0 + \omega_y r_z - \omega_z r_y + \Delta V_x, \\ V_y^u = -gt \cos \theta_0 \cos \gamma_0 + \omega_z r_x - \omega_x r_z + \Delta V_y, \\ V_z^u = gt \cos \theta_0 \sin \gamma_0 + \omega_x r_y - \omega_y r_x + \Delta V_z, \\ \omega_x^u = \omega_x + \Delta \omega_x, \\ \omega_y^u = \omega_y + \Delta \omega_y, \\ \omega_z^u = \omega_z + \Delta \omega_z, \end{cases}$$

где $V_x^u, V_y^u, V_z^u, \omega_x^u, \omega_y^u, \omega_z^u$ – измеренные значения линейной и угловой скорости ПТС, $\Delta V_x, \Delta V_y, \Delta V_z, \Delta \omega_x, \Delta \omega_y, \Delta \omega_z$ – случайные ошибки измерений соответствующих параметров.

Алгоритм оценивания

Для повышения точности и снижения длительности переходного процесса при оценке начального состояния СПО в бортовой вычислительной среде ПТС предложено использовать алгоритм оценивания. Целесообразным является учет вторых производных при разложении нелинейности в ряд, что позволяет сделать алгоритм инвариантного погружения, форма которого разработана Сейджем и Мелсом [3]. Приведем описание алгоритма инвариантного погружения для решения рассматриваемой задачи.

Вектор состояния системы имеет вид: $x = [\gamma_0 \ \theta_0 \ \omega_x \ \omega_y \ \omega_z]^T$. За входные случайные воздействия на систему принимаются угловые ускорения, которые описываются гауссовым векторным случайным процессом с нулевым математическим ожиданием и заданной ковариационной матрицей R_w : $w = [\ddot{\gamma} \ \ddot{\theta}]^T$. Вектор измерений выглядит следующим образом: $z = [V_x^u \ V_y^u \ V_z^u \ \omega_x^u \ \omega_y^u \ \omega_z^u]^T$. Вектор ошибок измерений также задается гауссовым векторным случайным процессом с нулевым математическим ожиданием и заданной ковариационной матрицей R_v : $\Delta v = [\Delta V_x^u \ \Delta V_y^u \ \Delta V_z^u \ \Delta \omega_x^u \ \Delta \omega_y^u \ \Delta \omega_z^u]^T$.

Входные воздействия и ошибки измерений приняты некоррелированными. Был осуществлен переход от непрерывной модели динамики системы к дискретной форме. Векторно-матричная форма записи алгоритма [3] имеет вид:

$$\begin{cases} x(t_{k+1}) = F(x(t_k), t_k) + G(x(t_k), t_k) \cdot w(t_k) \\ z(t_k) = h(x(t_k), t_k) + \Delta v(t_k) \end{cases}$$

Алгоритм фильтрации выглядит следующим образом [3]:

$$\begin{aligned} \hat{x}(t_{k+1/k+1}) &= \hat{x}(t_{k+1/k}) + \\ &+ K(t_{k+1}) \{ z(t_{k+1}) - h(\hat{x}(t_{k+1/k}), t_{k+1}) \} \end{aligned}$$

Алгоритм прогнозирования оценки вектора состояния $\hat{x}(t_{k+1/k})$ на момент t_{k+1} по k измерениям [3] имеет вид: $\hat{x}(t_{k+1/k}) = F(\hat{x}(t_k/k), t_k)$.

Алгоритм вычисления прогнозируемой ковариационной матрицы ошибок оценивания $P(t_{k+1/k})$:

$$P(t_{k+1/k}) = \frac{\partial F(\hat{x}(t_{k/k}), t_k)}{\partial \hat{x}(t_{k/k})} \cdot P(t_{k/k}) \cdot \frac{\partial F^T(\hat{x}(t_{k/k}), t_k)}{\partial \hat{x}(t_{k/k})} + G(\hat{x}(t_{k/k}), t_k) \cdot R_w G^T(\hat{x}(t_{k/k}), t_k).$$

Алгоритм вычисления уточненной ковариационной матрицы ошибок оценивания выглядит следующим образом:

$$P(t_{k+1/k+1}) = P(t_{k+1/k}) \cdot \left(I - \frac{\partial M(\hat{x}(t_{k+1/k}), t_{k+1})}{\partial \hat{x}(t_{k+1/k})} \cdot P(t_{k+1/k}) \right)^{-1},$$

$$M(t_{k+1/k+1}) = H^T \cdot R_v \cdot \left\{ z(t_{k+1}) - h(\hat{x}(t_{k+1/k}), t_{k+1}) \right\}.$$

Алгоритм вычисления матрицы весовых коэффициентов $K(t_{k+1})$ имеет вид [3]:

$$K(t_{k+1}) = P(t_{k+1/k+1}) \cdot \frac{\partial h^T(\hat{x}(t_{k+1/k}), t_{k+1})}{\partial \hat{x}(t_{k+1/k})} \cdot R_v^{-1}.$$

Начальные условия: $\hat{x}(t_{0/0})$ и $P(t_{0/0})$.

Вектор-функции и матрицы для предложенного алгоритма инвариантного погружения имеют вид:

$$H^T = \frac{\partial h^T(\hat{x}(t_{k+1/k+1}), t_k)}{\partial \hat{x}(t_{k+1/k})} = \begin{pmatrix} 0 & gt_{k+1} \cos \hat{x}_2 \sin \hat{x}_1 & gt_{k+1} \cos \hat{x}_2 \cos \hat{x}_1 & 0 & 0 & 0 \\ -gt_{k+1} \cos \hat{x}_2 & gt_{k+1} \sin \hat{x}_2 \cos \hat{x}_1 & -gt_{k+1} \sin \hat{x}_2 \sin \hat{x}_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -r_z & r_y & 1 & 0 & 0 \\ r_z & 0 & -r_x & 0 & 1 & 0 \\ -r_y & r_x & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

Расчет невязки:

$$z(t_{k+1}) - h(\hat{x}(t_{k+1/k}), t_{k+1}) = \begin{pmatrix} z_1 - (-gt_k \sin x_2(t_k) + x_4(t_k) r_z - x_5(t_k) r_y) \\ z_2 - (-gt_k \cos x_2(t_k) \cos x_1(t_k) + x_5(t_k) r_x - x_3(t_k) r_z) \\ z_3 - (gt_k \cos x_2(t_k) \sin x_1(t_k) + x_3(t_k) r_y - x_4(t_k) r_x) \\ z_4 - x_3(t_k) \\ z_5 - x_4(t_k) \\ z_6 - x_5(t_k) \end{pmatrix}.$$

Вектор $m = M(t_{k+1/k+1})$ имеет вид:

$$m_1 = \frac{gt_k \cos x_2(t_{k+1}) \sin x_1(t_{k+1})}{c_{22}(z_2 - x_5(t_{k+1}) r_x + gt \cos x_1(t_{k+1}) \cos x_2(t_{k+1}) + x_3(t_{k+1}) r_z)} +$$

$$+ \frac{gt_{k+1} \cos x_1(t_{k+1}) \cos x_2(t_{k+1})}{c_{33}(z_3 - gt \cos x_2(t_{k+1}) \sin x_1(t_{k+1}) - x_3(t_{k+1}) r_y + x_4(t_{k+1}) r_x)},$$

$$\begin{aligned}
m_2 &= \frac{-gt_k \cos x_2(t_k)}{c_{11}(z_1 - x_4(t_{k+1})r_z + x_5(t_{k+1})r_y + gt_k \sin x_2(t_{k+1}))} + \\
&+ \frac{gt_k \cos x_1(t_{k+1}) \sin x_2(t_{k+1})}{c_{22}(z_2 - x_5(t_{k+1})r_x + gt_k \cos x_1(t_{k+1}) \cos x_2(t_{k+1}) + x_3(t_{k+1})r_z)} - \frac{gt_k \sin x_1(t_{k+1}) \sin x_2(t_{k+1})}{c_{33}(z_3 - gt_k \cos x_2(t_{k+1}) \sin x_1(t_{k+1}) - x_3r_y + x_4r_x)}, \\
m_3 &= \frac{-r_z}{c_{22}(z_2 - x_5(t_{k+1})r_x + gt_k \cos x_1(t_{k+1}) \cos x_2(t_{k+1}) + x_3r_z)} + \\
&+ \frac{r_y}{c_{33}(z_3 - gt_{k+1} \cos x_2(t_{k+1}) \sin x_1(t_{k+1}) - x_3r_y + x_4r_x)} + \frac{1}{c_{44}(z_4 - x_3(t_{k+1}))}, \\
m_4 &= \frac{r_z}{c_{11}(z_1 - x_4(t_{k+1})r_z + x_5(t_{k+1})r_y + gt_{k+1} \sin x_2(t_{k+1}))} - \\
&- \frac{r_x}{c_{33}(z_3 - gt_{k+1} \cos x_2(t_{k+1}) \sin x_1(t_{k+1}) - x_3(t_{k+1})r_y + x_4(t_{k+1})r_x)} + \frac{1}{c_{55}(z_5 - x_4(t_{k+1}))}, \\
m_5 &= \frac{-r_y}{c_{11}(z_1 - x_4(t_{k+1})r_z + x_5(t_{k+1})r_y + gt_{k+1} \sin x_2(t_{k+1}))} + \\
&+ \frac{r_x}{c_{22}(z_2 - 5r_x + gt_{k+1} \cos x_1(t_{k+1}) \cos x_2(t_{k+1}) + x_3(t_{k+1})r_z)} + \frac{1}{c_{66}(z_6 - x_5(t_{k+1}))}.
\end{aligned}$$

Пример вычисления первой строки матрицы

$$M = \frac{\partial M(\hat{x}(t_{k+1}/k), t_{k+1})}{\partial \hat{x}(t_{k+1}/k)}.$$

$$\begin{aligned}
M_{11} &= \frac{gt_{k+1} \cos x_2 \cos x_1(t_{k+1})}{c_{22}(z_2 - x_5(t_{k+1})r_x + gt \cos x_1(t_{k+1}) \cos x_2(t_{k+1}) + x_3(t_{k+1})r_z)} - \frac{g^2 t_{k+1}^2 (\cos x_2(t_{k+1}))^2 (\sin x_1(t_{k+1}))^2}{c_{22}} - \\
&- \frac{gt_{k+1} \sin x_1(t_{k+1}) \cos x_2(t_{k+1})}{c_{33}(z_3 - gt_{k+1} \cos x_2(t_{k+1}) \sin x_1(t_{k+1}) - x_3(t_{k+1})r_y + x_4(t_{k+1})r_x)} - \frac{g^2 t_{k+1}^2 (\cos x_1(t_{k+1}))^2 (\cos x_2(t_{k+1}))^2}{c_{33}}, \\
M_{12} &= \frac{-gt_{k+1} \sin x_2(t_{k+1}) \sin x_1(t_{k+1})}{c_{22}(z_2 - x_5(t_{k+1})r_x + gt_{k+1} \cos x_1(t_{k+1}) \cos x_2(t_{k+1}) + x_3(t_{k+1})r_z)} - \frac{g^2 t_{k+1}^2 \cos x_2(t_{k+1}) \sin x_1(t_{k+1})}{c_{22} \cos x_1(t_{k+1}) \sin x_2(t_{k+1})} - \\
&- \frac{gt_{k+1} \cos x_1(t_{k+1}) \sin x_2(t_{k+1})}{c_{33}(z_3 - gt_{k+1} \cos x_2(t_{k+1}) \sin x_1(t_{k+1}) - x_3(t_{k+1})r_y + x_4(t_{k+1})r_x)} + \frac{g^2 t_{k+1}^2 \cos x_1(t_{k+1}) \cos x_2(t_{k+1})}{c_{33} \sin x_2(t_{k+1}) \sin x_1(t_{k+1})}, \\
M_{13} &= \frac{gt_{k+1} \cos x_2(t_{k+1}) \sin x_1(t_{k+1}) c_{33} r_y}{c_{22} r_z - gt_{k+1} \cos x_1(t_{k+1}) \cos x_2(t_{k+1})}, \\
M_{14} &= \frac{gt_{k+1} \cos x_1(t_{k+1}) \cos x_2(t_{k+1})}{c_{33} r_x}, \\
M_{15} &= \frac{-gt_{k+1} \cos x_2(t_{k+1}) \sin x_1(t_{k+1})}{c_{22} r_x},
\end{aligned}$$

где $c_{11}, c_{22}, c_{33}, c_{44}, c_{55}, c_{66}$ – элементы, стоящие на главной диагонали ковариационной матрицы R_v ; r_x, r_y, r_z – координаты датчиков кинематических параметров на борту ПТС.

Результаты исследования

Для визуализации результатов приведенного способа повышения точности и снижения длительности переходного процесса при оценивании начального состояния СПО ПТС на основе алгоритма инвариантного погружения разработана имитационная модель, структурная схема которой представлена на рис. 1.

По представленной структурной схеме разработана программа в среде научных расчетов Matlab, позволяющая получить графические зависимости реализации процесса оценивания начальных значений углов крена и дифферента ПТС.

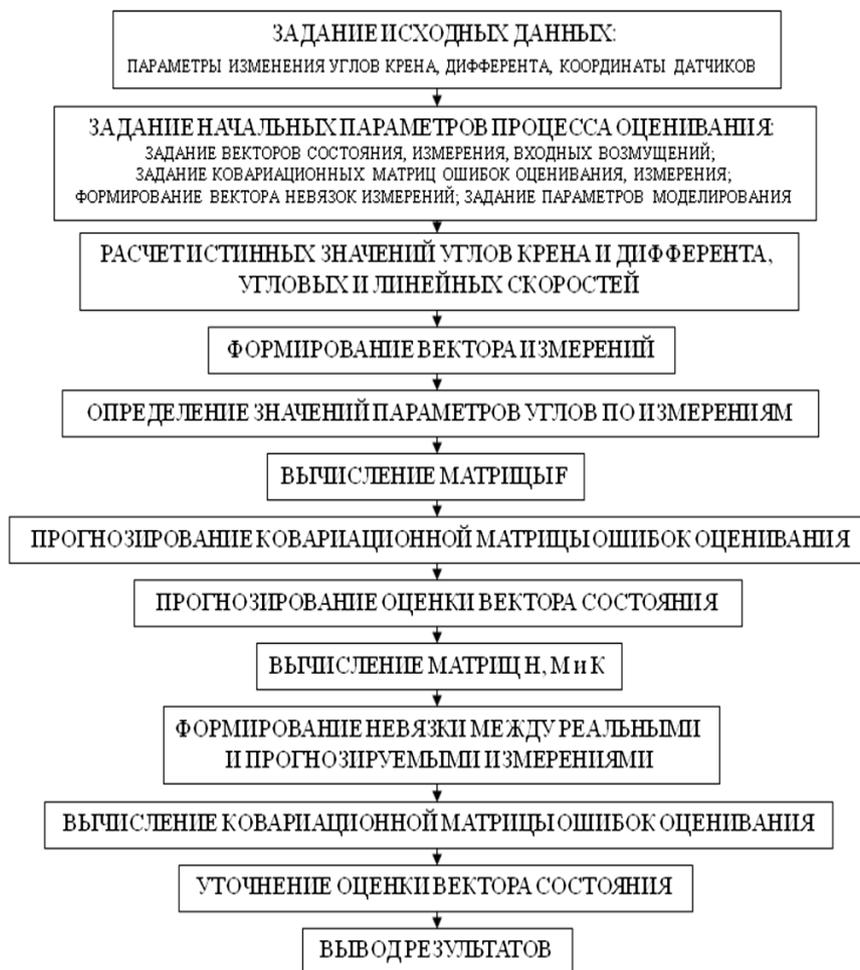


Рисунок 1 – Структурная схема имитационной модели оценивания начального состояния СПО ПТС

Результаты, полученные благодаря использованию алгоритма инвариантного погружения, сравнивались с результатами определения начальных значений углов ориентации ПТС, вычисленными по измерениям, полученным от датчиков кинематических параметров ИНС ПТС.

Рисунки 2 и 3 демонстрируют эффективность предложенного алгоритма оценивания, которая характеризуется увеличением точности определения начального состояния СПО ПТС и снижением длительности переходного процесса до 0,3 с (рис. 2).

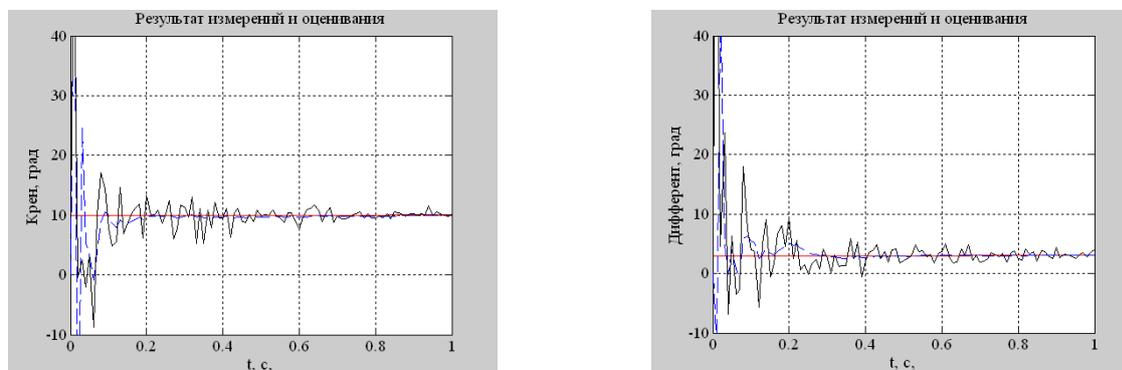


Рисунок 2 – Результат оценивания углов крена и дифферента ПТС (синий график – с применением алгоритма инвариантного погружения, черный график – вычисленные по измерениям от датчиков ИНС ПТС)

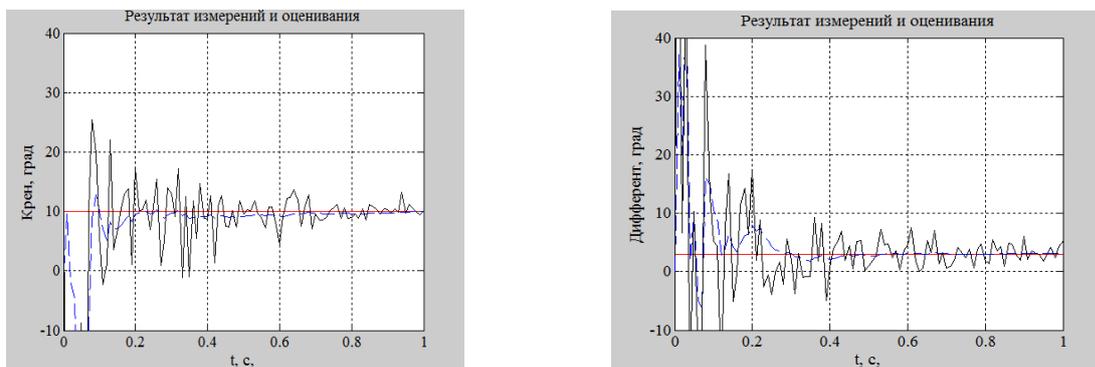


Рисунок 3 – Результат оценивания углов крена и дифферента ПТС при увеличенных ошибках измерения (синий график – с применением алгоритма инвариантного погружения, черный график – вычисленные по измерениям от датчиков ИНС ПТС)

Заключение

Реализация вычислительных алгоритмов системы пространственной ориентации на основе инерциальной навигационной системы при введении алгоритма инвариантного погружения с учетом особенностей ПТС рациональна и может обеспечивать достаточную для практики точность определения начальных значений параметров ориентации при снижении длительности вычислительного процесса. На его свойства оказывают влияние характеристики датчиков кинематических параметров и методические погрешности математической модели.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках базовой части государственного задания вузам по проекту №2014/183.

Список литературы

1. Лурье А.И. Аналитическая механика. – М.: изд. ФМЛ. 1960. 821 с.
2. Ривкин С.С., Берман З.М., Окон И.М. Определение параметров ориентации объекта бесплатформенной инерциальной системой – СПб.: ГНЦ РФ – ЦНИИ «Электроприбор». 1996. 226 с.
3. Сейдж Э.П., Мелс Д.Л. Идентификация систем управления. М.: Наука. 1974. 248 с.
4. Шереметов Б.Б. Основы динамики и навигации подводных средств движения. Учебное пособие. – СПб.: СПбГМТУ. 1996. 65 с.

ОБНАРУЖЕНИЕ И РАСПОЗНОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Шаталова Наталья Викторовна – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник

Фахми Шакиб Субхиевич – доктор технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории проблем развития транспортных систем и технологий

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

Мукало Юрий Иванович – начальник отделения

Гаврилов Игорь Авенирович – начальник отделения

ФГУП Государственный научно-исследовательский институт прикладных проблем,
г. Санкт-Петербург

Аннотация. Предложен комбинированный метод обнаружения и распознавания машин на основе пространственно-рекурсивного метода. Рассмотрены все этапы обучения, обнаружения и распознавания машин на изображениях.

Ключевые слова: обнаружение, распознавание машин, метод Виолы-Джонса, выборка, каскад.

DETECTION AND IDENTIFICATION OF VEHICLES

Shatalova Natalia V. – PhD, Senior Research

Fahmi Shakib S. – Doctor of Technical Sciences, docent,

Solomenko Institute of Transport problems of the Russian Academy of Sciences

Gavrilov Igor A. – Research Institute of Applied Problems

Mukalo Jurij I. – Research Institute of Applied Problems

Abstract. Combined machines proposed method of detection and recognition on the basis of spatial-recursive method. We consider all stages of education, detection and recognition in images of cars.

Keywords: detection, identification machines, Viola-Jones method, sample stage.

Введение

Одна из наиболее распространенных задач компьютерного зрения на транспорте – задача об обнаружении транспортных средств (далее машин) и классификации. В рамках этой задачи требуется определить, принадлежит ли некоторый объект на изображении или объекты к определенному классу. Примером такой задачи является задача об обнаружении и распознавании машин на изображениях и классификации их на три группы: класс машин массой до трёх тон, класс машин от трёх до восьми тон и машины более восьми тон.

Один из методов применения машинного обучения в задачах компьютерного зрения – метод Виолы–Джонса [1], являющийся одним из наиболее известных методов. Суть, которого заключается в следующем. Вместо одного сложного классификатора использовать каскад сильных классификаторов, построенных из слабых классификаторов, представляющих собой детекторы признаков (особенностей), характеризующих требуемый объект классификации.

Слабые классификаторы составляют основу получаемого сильного классификатора и во многом определяют его эффективность. Заметим, что прямоугольные особенности не всегда достаточно хорошо могут описать характерные признаки искомого класса, либо для этого требуется линейная комбинация достаточно большого числа таких особенностей. Таким образом, несмотря на высокую в среднем скорость работы получаемых классификаторов, в худшем случае требуется вычислять большое число особенностей. В работе Виолы и Джонса

[1-3] для задачи детекции машин был получен классификатор, в котором использовалось 4385 детекторов прямоугольных особенностей.

В данной статье поставлена задача исследования комбинации алгоритмов пространственно-рекурсивного метода (ПРМ) разбиения и поиска опорных точек и метода Виолы – Джонса при решении задачи обучения, обнаружения и распознавания машин.

Синтезированный при помощи комбинированного метода классификатор должен распознавать признаки не хуже классификатора, синтезированного методом Виолы–Джонса.

Существует два способа повышения быстродействия методов компьютерного зрения:

- алгоритмическое улучшение с применением различных способов описания признаков объектов;
- аппаратная реализация на программируемой логической интегральной схеме (ПЛИС) с использованием современных САПР систем на кристалле.

Использование детекторов признаков на основе ПРМ может дать преимущество в эффективности и позволит уменьшить число слабых классификаторов в каскаде, поскольку прямоугольные особенности ограничены формой, а алгоритмы ПРМ разбиения изображения на полигоны различной формы и размера, могут распознавать не только прямоугольные элементы. При этом рекурсия легко реализуется на ПЛИС [2]. Главное их преимущество – отсутствие сложных операций. Все, что необходимо – это разбиение и поиск опорных точек в пределах полигона. Поэтому использование ПРМ в детекторах особенностей гарантирует их легкую реализацию на ПЛИС с минимальными затратами ресурсов.

Метод Виолы-Джонса

Метод Виолы-Джонса имеет огромные преимущества в скорости распознавания машин на изображении, но недостатками этого алгоритма являются долгое время обучения классификатора и невозможность распознавания машин с углом наклона более 30 градусов. Также можно сказать, что данный метод является одним из лучших по соотношению показателей эффективности распознавания и скорость работы.

Задача, стоящая перед разработчиками алгоритмов обнаружения машин, заключается в следующем: имеется *изображение*, на котором есть искомые объекты (т.е. машины). Алгоритм должен в результате своей работы определить найденные машины и пометить их, выделив рамкой – область нахождения объекта (рис. 1).

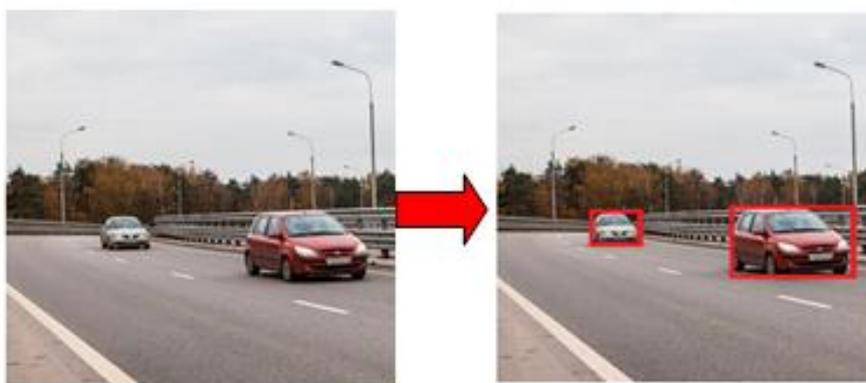


Рисунок 1 – Этап обнаружения

Интегральное представление изображений. Интегральное представление изображения – это матрица (т.е. сканирующее окно), совпадающая по размерам с исходным изображением, каждый элемент которой равен сумме пикселей, находящихся выше и левее данного элемента:

$$L(x,y)=\sum I(i,j),$$

где $I(i,j)$ – значение пикселя (i,j) исходного изображения, $L(x,y)$ – значение элемента (x,y) интегральной матрицы [1,2].

Расчет матрицы занимает линейное время, пропорциональное числу пикселей в изображении, поэтому интегральное изображение просчитывается за один проход (рис. 2).

Метод Виолы-Джонса имеет линейную зависимость скорости сканирования и количества применяемых, этапе обнаружения, признаков Хаара (рис. 2). Использование интегрального представления изображений, позволяет с помощью признаков объектов обнаружить их с очень большой скоростью независимо от величины и положения объектов на изображениях.

Интегральная матрица позволяет найти суммарную яркость произвольного прямоугольника изображения:

$$S(ABCD)=L(x_3,y_3)+L(x_1-1,y_1-1)-L(x_4-1,y_4)-L(x_2,y_2-1).$$

Приняв площадь прямоугольника равной значению яркости одного пикселя (x,y) , получим другую формулу, позволяющую рассчитать элементы интегральной матрицы:

$$L(x,y)=I(x,y)-L(x-1,y-1)+L(x,y-1)+L(x-1,y).$$

Признаки Хаара. Признаки цифрового изображения, используемые в распознавании образов. Своим названием они обязаны интуитивным сходством с вейвлетами Хаара (рис. 2).

Признаки Хаара дают значение перепада яркости между темной и светлой частью признака. Так, например, в следующих изображениях значение признака будет положительным, так как области светлой части признака светлее, чем темной части, а, следовательно, А-область черного цвета больше В-область белого цвета (значение белого цвета – 255, черного цвета – 0).

Принцип сканирующего окна. Это квадратная область, которая перемещается по изображению и масштабируется, тем самым, перебирая все возможные положения и размеры искомого объекта (рис. 2).



Рисунок 2 – Схема работы сканирующего окна

Схема работы сканирующего окна:

- 1) задается начальный размер окна, например, 24x24;
- 2) выбираются используемые признаки;
- 3) окно перемещается с заданным шагом по всему изображению;
- 4) в каждом положении вычисляются признаки, используя интегральное представление изображений;

5) значения всех признаков попадают к классификатору, который решает, присутствует ли машина в данной области;

б) предыдущие шаги повторяются для всех масштабов сканирующего окна.

В методе Виолы-Джонса используются *каскады признаков* (рис. 3), позволяющие быстро отбрасывать области с малой вероятностью нахождения объекта, что сильно влияет на скорость работы обнаружения. *Каскад признаков* состоит из нескольких уровней, каждый из которых включает в себя совокупность признаков и значение *порога уровня*. Причем каждый признак уровня также имеет свой собственный *порог признака*. Каскад определяется на этапе обучения. Первые уровни каскада построены так, чтобы убрать огромное количество изображений, не являющихся машинами (E_i). Уровни становятся все сложнее и сложнее, поэтому ошибок становится гораздо меньше.

Алгоритм обнаружения на основе сканирующего окна. Для каждого масштаба и положения сканирующего окна вычисляется значения j -признака и i -го уровня. Если значение больше порога признака, то добавляем к значению уровня число α иначе отнимаем от значения уровня число α_{ij} (α определяется на этапе обучения). А если значение уровня меньше порога i -го уровня, то необходимо переходить к следующему положению сканирующего окна. (т.е. в данной области нет искомого объекта). По завершению работы (если $i = N$), то отмечается текущее положение окна как область машина квадратом и на этом заканчивается этап обнаружения машина (рис. 3).

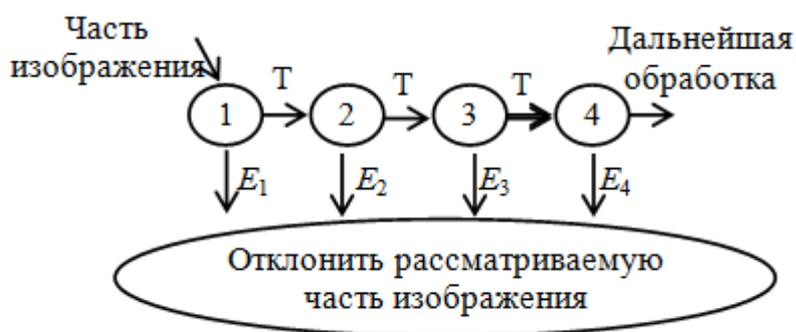


Рисунок 3 – Каскад формирования классификатора

Обучение классификатора в методе Виолы-Джонса. Говорят, что компьютерная программа обучается на основе опыта E по отношению к некоторому классу задач T и меры качества P , если качество решения задач из T , измеренное на основе P , улучшается с приобретением опыта E . Различают два типа обучения (рис. 3):

1) обучение по прецедентам, или индуктивное обучение, основано на выявлении закономерностей в эмпирических данных;

2) дедуктивное обучение предполагает формализацию знаний экспертов и их перенос в компьютер в виде базы знаний.

В работе используется алгоритм обучения по прецедентам, а именно алгоритм *обучения с учителем*.

Алгоритм обучения с учителем (*Supervised learning*) решает следующую задачу: имеется множество объектов (ситуаций) и множество возможных ответов (откликов, реакций). Существует некоторая зависимость между ответами и объектами, но она неизвестна. Известна только конечная совокупность прецедентов – пар «объект, ответ», называемая *обучающей выборкой*.

На основе этих данных требуется восстановить зависимость, то есть построить алгоритм, способный для любого объекта выдать достаточно точный ответ. Для измерения точности ответов определённым образом вводится функционал качества.

Обучающая выборка. Набор объектов, для каждого из которых априорно известно, к которому из нескольких классов он принадлежит.

Используются два класса объектов:

- объекты, где машины присутствуют (*положительная выборка*);
- объекты, где машины отсутствуют (*отрицательная выборка*) (рис. 2).

В обучающей выборке должны присутствовать изображения содержащие и не содержащие искомый объект (машино).

Задача алгоритма обучения. Задано конечное множество объектов, для которых известно, к каким классам они относятся. Это множество называется выборкой. Классовая принадлежность остальных объектов неизвестна. Требуется построить алгоритм, способный *классифицировать* произвольный объект из исходного множества.

Классифицировать объект означает, указать номер (или наименование) класса, к которому относится данный объект.

Известен алгоритм AdaBoost, который вызывает слабый классификатор в цикле. После каждого вызова обновляется распределение весов, которые отвечают важности каждого из объектов обучающего множества для классификации. На каждой итерации веса каждого неверно классифицированного объекта возрастают, таким образом, новый классификатор «фокусирует своё внимание» на этих объектах [4].

Рассматривается классификация объектов на два класса: *принадлежит* (1) и *не принадлежит* (-1). Применение алгоритма AdaBoost в методе Виолы-Джонса. Алгоритм бустинга в методе Виолы-Джонса имеет две ключевые особенности [1,2]:

- 1) каскадная модель сильных классификаторов;
- 2) определение минимальной ошибки с учетом изменения порога признака.

Каскадная модель сильных классификаторов необходима для быстрого принятия решения в областях изображения, где вероятность присутствия объекта мала. Первые уровни содержат признаки, которые не пропускают дальше большую часть изображений, не содержащих объекта обнаружения. При этом количество признаков, используемых на начальных уровнях мало, по сравнению с конечными уровнями. Определение минимальной ошибки имеет особенность в том, что каждому признаку можно установить порог, который еще больше уменьшит ошибку классификации в алгоритме AdaBoost.

Минимальная ошибка для признака с порогом P вычисляется по следующей формуле: $e = \min (S^+ + (T^- - S^-), S^- + (T^+ - S^+))$, где T^+ - сумма всех весов положительной выборки, T^- - сумма всех весов отрицательной выборки, S^+ - сумма весов положительной выборки, значение признака которых ниже порога P , S^- - сумма весов отрицательной выборки, значение признака которых ниже порога P .

Разработано приложение для распознавания машин (рис. 4) позволяет загружать положительной (P) и отрицательной (N) выборки изображений, затем вычислить значений интегральной матрицы для каждого изображения выборки. Далее с помощью признаков Хаара, использующихся в обучении можно задать: максимально допустимый уровень ложных обнаружений на слой (f), минимально допустимый уровень верных обнаружений на слой (d) и целевой общий уровень ложных обнаружений (F_{target}) [1,2].

Комбинированный метод на основе ПРМ

На основе выше изложенного авторами предлагается для увеличения процента и точности распознавания дополнить метод Виолы-Джонса соответствующими процедурами (рис. 4):



Рисунок 4 – Завершение этапа обнаружения машин на изображении

- 1) на первом этапе выделения машин из общей сцены выполнить пространственно-рекурсивное разбиение с формированием неоднородной сетки изображения (рис. 4);
- 2) на втором этапе нормализации параллельно находятся опорные точки машины (максимально характеризующие выделенную область);
- 3) на третьем этапе формирования вектора признаков построить адаптивную триангуляционную сетки (маску) машины;
- 4) на последнем этапе применения классификатора сравнивать с масками по критерию минимума ошибки отклонения при идентификации машин [6,7].

Авторами предлагается дополнить метод Виолы-Джонса путём использования предварительного алгоритма рекурсивного разбиения обнаруженных машин на изображения на полигоны с последующим поиском опорных точек машин.

Результаты распознавания на основе ПРМ

Проведены эксперименты на специально подготовленных наборах изображений. С целью проведения подробных исследований в качестве первой тестовой базы изображений выбраны фотографии различных машин, где изображения машин представлены на однородном фоне в разрешении 64×64 пикселей. База содержит изображения 23-х машин в 10 различных ракурсах. Изображения получены с различной освещенностью и положением.

Второй тестовой базой изображений выбрана коллекция из различных сайтов автомобилей, которая состоит из 53 изображений с разрешением 64×64 в одном ракурсе каждое. При этом основное её отличие от базы первой группы является наличие фоновых объектов, т.е. представлены не только машины, но и обзор дороги и других объектов – неоднородный задний фон.

Численные значения правильного и ошибочного распознавания машин в экспериментах 1 и 2 представлены в таблице (P , N – оценки вероятности правильного и неверного распознавания машин, выраженные в процентах).

Таблица – Результаты распознавания

Эксперимент	База машин	Комбинированный метод		Метод Виолы-Джонса	
		P , %	N , %	P , %	N , %
Эксперимент № 1	Группа из 23 машин	92, 2	7, 8	85, 2	12, 8
Эксперимент № 2	Группа из 53 машин	94, 4	6, 6	89, 3	10, 7

Заключение

Предложен оригинальный метод автоматизированного распознавания машин, позволяющий существенно расширить решение задачи идентификации благодаря дополнительно разбиению области машина и представления опорных точек машина в виде триангуляционной сетки (маски), позволяющей улучшить результат распознавания при незначительном увеличении сложности алгоритма. Использование предложенного метода позволяет структурировать информацию при обработке изображений машин и тем самым имеет перспективу создания социализированных устройств распознавания образов в условиях шума и помех.

Список литературы

1. Viola P. and Jones M.J. «Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features», proceedings IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2001). 2001.
2. Viola P. and Jones M.J. «Robust real-time face detection», International Journal of Computer Vision. 2004. Vol. 57. No. 2. P.137-154.
3. Viola P., Jones M. Rapid object detection using a boosted cascade of simple features. CVPR. 2001.
4. Freund Y., Schapire R. E. Experiments with a new boosting algorithm // International Conference on Machine Learning. 1996. P. 148-156.
5. <http://www.eltech.ru/>.
6. Бобровский А.И., Еид М.М., Альмахрук М., Салем А., Фахми Ш.С., Березин В.В. Метод распознавания лиц на основе пространственно-рекурсивных триангуляционных сеток // Вопросы радиоэлектроники. Серия: Техника телевидения. 2016. Вып. 3. С. 86-91.
7. Фахми Ш.С., Левко Г.В., Гаврилов И.А., Мукало Ю.И. Пространственно-рекурсивный метод обнаружения объектов на звездном фоне // Вопросы радиоэлектроники. Серия: Техника телевидения. 2016. Вып. 5. С. 67-77.

УДК 656.2:004.056

АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ВЗГЛЯД НА МЕТОДОЛОГИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЦЕЛОМ И ТРАНСПОРТНУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ В ЧАСТНОСТИ

Артамонов Виктор Викторович – эксперт инженерного проектирования сложных систем защиты Международной Федерации независимых экспертов (IFOIE), Латвия, г. Рига

Аннотация. Рассматриваются основные позиции методологической парадигмы безопасности жизнедеятельности, где проблемно- и наукообразующим понятием выступает феномен физической природы «опасность».

Ключевые слова: опасность, безопасность, риск, критерии оценки, система.

THE ALTERNATIVE VIEW OF SAFETY ACTIVITY METHODOLOGY IN GENERAL AND TRANSPORT SECURITY IN PARTICULAR

Artamonov Victor V. – Expert of the engineering design in complex's systems safety in the International Federation of Independent Experts (IFOIE), Latvia, Riga

Abstract. The main positions of the methodological safety paradigm are considered in this work. In this case the phenomenon of the physical nature of "danger" plays the principal role.

Keywords: danger, safety, criterion of the danger (not risk), system.

Обращает на себя внимание любопытный факт: какие бы концепции, стратегии, какого бы направления и уровня обеспечения безопасности не рассматривались, или не разрабатывались – нигде не упоминается проблема совершенствования методологии, теоретического обеспечения, терминологии, наконец. Этому есть свой стандартный корпоративный, что также любопытно, ответ: «у нас всё есть». Нужно признаться, что это правда. У нас всё есть: и понятия «опасность» (около 200 дефиниций) и «риск» (около 20 дефиниций), и огромное количество самих рисков, и груды трудночитаемых нормативных документов, учебников с ошибками, объёмы которых, зачастую, не пропорциональны их содержанию. Наконец мы имеем огромные потери и затраты, которые в нынешнем положении страны тем более неуместны. По данным World Development Indicators: за 2015 год потери составили приблизительно $83726,91 \cdot 10^6$ \$!

Естественно возникают вопросы: почему мы так упорно держимся за «риск», как за единственно доступный человечеству инструмент, пытаюсь при этом постоянно его «усовершенствовать»? Почему нас устраивает этот аскетизм данных о системе, безопасностью которой мы стремимся управлять? Ссылка на использование системного подхода стала заклиниванием. Где опубликована, хотя бы в общем виде, структура этой системы, описание которой приводит к получению критерия «риск» и его управлению? На каком основании мы везде рассматриваем только объект защиты, избегая ликвидатор, который на 80%, если не больше, формирует величину опасности этого объекта? Почему мы, создавая очередное определение, не обращаем внимания на возможность его формализации? Тавтологические утверждения стали поветрием: «потенциальный риск», «потенциальная угроза» и т. п. И, наконец, не пора ли нам внедрить стратегию «импортозамещения» и в области методологии безопасности жизнедеятельности (БЖД), хотя бы пока для «внутреннего употребления»?

Сразу хочется сообщить, что заявленная «альтернативность» касается в основном содержательной и «вычислительной» частей понятий, используемого инструментария. Историческая справка: работа была начата автором в 1975 г., когда стало понятным, что именно понятие «опасность» является центральным в методологии обеспечения безопасности; проходила многократную апробацию в СССР, была на контроле Совета министров СССР.

Цель работы – расширить инструментарий БЖД, облегчить принятие решений структурам, занимающимся ликвидацией и профилактическими разработками в любых направлениях и уровнях системы БЖД, повысить качество и оперативность инженерного проектирования систем защиты и значительно снизить величину затрат и потерь.

Отличительными особенностями работы являются:

1. Включение «Ликвидатора» как основного элемента, формирующего величину опасности объекта защиты, в структуру системы «Субъект/объект в потоках реализаций опасности» (СОПРО). При этом, в структуре системы СОПРО «Ликвидатор» всегда существует в двух ипостасях: «внутренний ликвидатор» объекта защиты и «внешний ликвидатор», например, МЧС, медицинские учреждения и т.д. Подобная схема защиты используется всеми субъектами биосферы Земли, а также живой клеткой и её ядром. К такому же решению пришли со временем люди, хотя характеристики техногенных систем защиты пока значительно уступают биологическим.

2. Краеугольным камнем методологического фундамента БЖД является понятие «Опасность» ($D_r - danger$). Прогресс в понимании этого заметен. Описание системы СОПРО позволило определить способ расчёта величины опасности (не риска!), которая содержит параметр частоты, структурной тяжести и т.д. Другими словами, найдено решение задачи (в контексте проблемы БЖД) соединения в одном показателе количественной и качественной сторон реализаций опасности любого вида. Полученный критерий обладает непосредственной связью с параметрами структуры СОПРО, обладает свойством глобальности, что отсутствует у критерия «риск», размерностью (системной и физической) и дефиницией, которая заметно отличается от существующих в настоящее время.

3. Простота расчёта таких показателей как риск ($R = p \cdot Dr$), уровень безопасности (Dr^{-1}), комплексный критерий опасности (Dr_{Σ}), уязвимость, величина экономических потерь, «величина страдания», степень справедливости (фактически, определяются в судах при назначении величины моральных потерь, при отсутствии каких бы то ни было методических рекомендаций) [1].

4. Важным свойством разработки является преодоление трудностей с оценкой степени опасности единым показателем в таких направлениях БЖД, как химическое, бактериологическое, экологическое, медицинское и социальное направления.

5. В качестве универсальной инструментальной платформы для решения широкого круга задач БЖД в едином временном, пространственном и информационном форматах используется компьютерная имитационная модель СОПРО. Несколько таких моделей морского нефтегазового промысла (на примере Каспия) в потоках выбросов, открытых фонтанов и пожаров были созданы автором впервые в мировой практике в 1983 г. (опубликовано в 1985 г. [2]). На данный момент автором разработаны блок-схема модели «Арктика в потоках реализаций опасности», принцип её работы, ориентировочный перечень исходных данных и решаемых задач. Однако дальнейшая работа в этом направлении уже невозможна силами одного человека.

Система «Субъект/объект в потоках реализаций опасности»

Базовая блок-схема системы СОПРО представлена на рис. 1.

Блоки ликвидаторов представляют собой комплекс различных механизмов защиты (МЗ), включённых разнообразным образом: последовательно и параллельно.

Очереди – это элементы задержки обслуживания.

Выходы из системы обозначают конец обслуживания (ликвидации) в связи с гибелью объекта защиты.

Специального объяснения требует связь «внутреннего ликвидатора» со входом в «очередь» «внешнего ликвидатора».

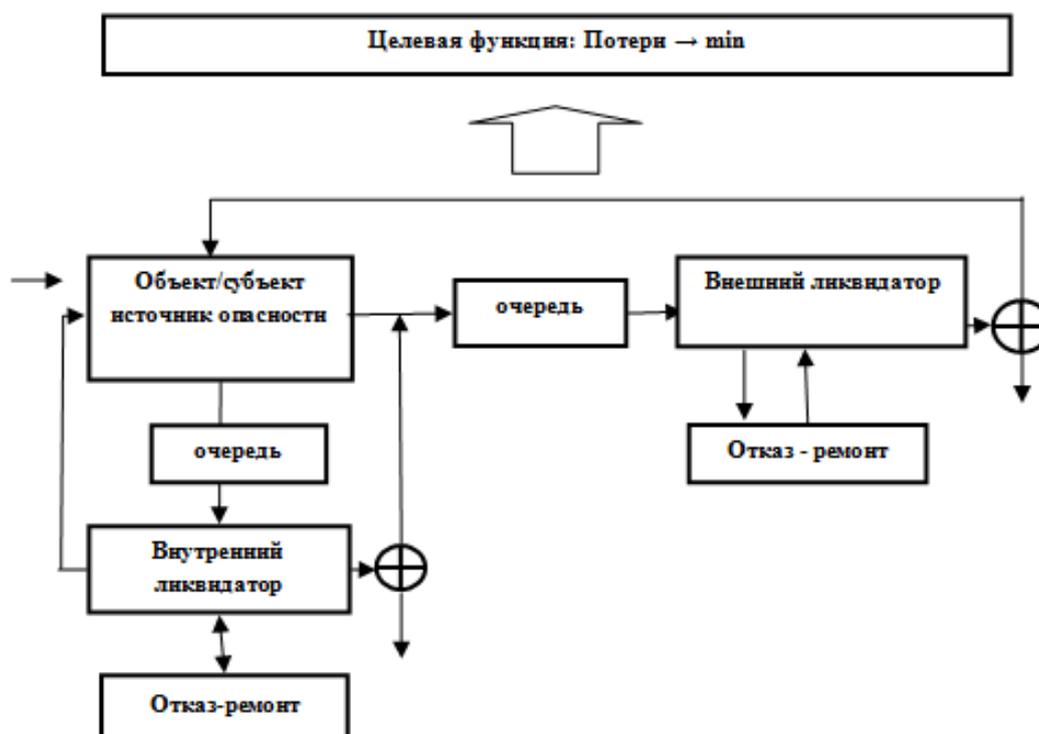


Рисунок 1 – Базовая блок-схема системы СОПРО

Она активизируется в случае, когда процесс реализации опасности протекает достаточно медленно и «внутренний ликвидатор», не справляясь со своими обязанностями, успевает послать вызов «внешнему ликвидатору». В противном случае – гибель «объекта защиты». Короткая стрелка вверху блока «источник опасности» (ИО) обозначает внешнее воздействие. Это указывает на то, что внешнее воздействие не является источником опасности, а является опасным фактором, обладающим энергией активации, трансформирующимся в комплекс поражающих факторов, которые действуют уже внутри реализующейся опасности.

ИО является субъект или объект, который генерирует поток заявок (вызовов) на ликвидацию событий, инициированных опасным фактором. Любая система существует только в двух режимах: режиме ожидания реализации опасности и режиме ликвидации непосредственно опасности и её последствий. Последнее имеет особое значение при загрязнении окружающей среды или механических нарушениях её гомеостаза (например, поворот рек).

Дефиниция феномена «опасность»

Опасность – это не «величина возможного уровня экономического ущерба от чрезвычайной ситуации», не «состояние системы», не «риск возникновения...», «способность причинить вред» и т.п.

Опасность (*Dr* “danger”) – внутреннее свойство энергии производить работу потерь. Расширено: опасность – внутреннее свойство субъекта, объекта, процесса и информации (как систем) производить работу потерь, препятствуя реализации целевой функции системы.

Тогда реализация опасности (*danger realization*) – процесс взаимодействия (всегда энергетический), т.е. процесс возникновения потерь.

Миссия опасности на Земле – обеспечение безопасности (сохранения) биосферы планеты, обеспечение её устойчивости как системы.

Опасность подчиняется закону сохранения [5] как свойство, «унаследованное» от энергии: при увеличении безопасности в одном, увеличивается опасность в другом. Наблюдается повсеместно, используется в технике – моторесурс.

Связь опасности с риском. Опасность является измерителем величины риска:

$R = \Psi(Dr) = p \cdot Dr$ при $p < 1,0$ и $R = Dr$ при $p = 1,0$, где p является вероятностью реализации опасности. Это вытекает из того, что величина риска/вероятности является следствием существующей опасности. Отсюда: в оценке риска должен присутствовать «материнский ген» опасности.

Таким образом, риск «наследует» от опасности все её свойства, главными из которых, по нашему мнению, является свойство глобальности (всеохватность, объективность, измеримость) и размерность. Как раз то, чего не хватает критерию «риск» в его современном виде и, что ставит под сомнение правомерность решения с его помощью оптимизационных задач. Отсюда следует важный вывод: «опасность является измерителем риска», а не наоборот, как это принято сейчас.

О критерии оценки величины опасности

Процитируем высказывание, которое, по всей видимости, отбило охоту заниматься поисками критерия опасности: «Даже беглый взгляд на опасности показывает, что нельзя охарактеризовать их единым параметром – в отличие, например, разнообразных типов электромагнитного излучения» [3, с.56].

Думается, что В. Маршалл ошибся. Критерий получен из решения известной системы дифференциальных уравнений А.Н. Колмогорова. Имеет две размерности: структурную – «случай» и физическую – ватт.

Продемонстрируем некоторые возможности критерия опасности на конкретном примере из работы [4].

Таблица 1 – Фрагмент таблицы из работы [4]

Чрезвычайные ситуации по характеру и виду источников возникновения	Количество ЧС			Погибло («Г»)		Пострадало («Т»)	
	2013	2012	%	2013	2012	2013	2012
ДТП с тяжкими последствиями*	35	48	-27,08	165	185	340	478

Величина опасности, связанная с гибелью людей:

$$Dr_{12Г} = 6082,2 \text{ сл.}$$

$$Dr_{13Г} = 5424,7 \text{ сл.}$$

Величина опасности, связанная с травмированием людей:

$$Dr_{12Т} = 104,8 \text{ сл.}$$

$$Dr_{13Т} = 74,5 \text{ сл.}$$

Суммарная величина опасности, связанная с причинением вреда людям:

$$Dr_{\Sigma 12} = Dr_{12Г} + Dr_{12Т} = 6186,96 \text{ сл.}; \quad Dr_{\Sigma 13} = Dr_{13Г} + Dr_{13Т} = 5573,7 \text{ сл.}$$

Изменение величины опасности составляет всего – 9,9 %.

Заключение

1. Автор сохраняет устойчивое мнение о том, что существующая концепция и методологическое обеспечение в области БЖД требует серьезных изменений.

2. Предлагается считать стратегическим направлением в первую очередь расширение номенклатуры данных, подлежащих сбору и накоплению в государственной системе Росстата. Определение этих данных потребует оперативного, но не поспешного пересмотра теоретических и методических положений, которые существуют в настоящее время.

3. Бросается в глаза тот факт, что «совершенствование» существующего инструментария оценки и принятия решений происходит в единственной «плоскости» риска. «Открываются» всё новые и новые риски, например, «техногенно-экологический». Думается, что на кончике пера застыли «демографо-гендерный», «социально-политический», «пенсионно-человеческий» и т. д. Далее последует появление плеяды специалистов высшей категории, которые «изобретут» «гео-политико-атмосферно-апокалипсический» риск... Что изменится в методологии, в мощности и разнообразии инструментария, величине потерь? Думается, что решения нужно искать в других «плоскостях» и создавать четырёх мерную концепцию и методологию, где параметр системного времени будет играть одну из ведущих ролей.

4. Предлагаю обратить внимание на недопустимость положений, когда частный критерий риск (как вероятность) используется в решениях оптимизационных задач. При этом размерность критерия намного меньше размерности системы, которую он описывает.

5. В предлагаемой работе удалось соединить количественную и качественную оценки опасности в единый показатель, который обладает не только системным смыслом, но и имеет самостоятельное физическое звучание. При этом произошла «автоматическая» отстройка от специфики существующих методов оценки опасности как, например, в химической, биологической, эпидемиологической, медицинской, радиационной, экологической областях. Этот эффект обусловлен единственностью (сингулярностью) феномена «опасность» как свойства одного из элементов системы свойств энергии. Следствием является простота получения комплексной оценки «объекта защиты» при любых видах реализаций опасности – это арифметическое действие сложения.

6. Установлено, что присутствие в критерии оценки величины опасности календарного и системного времени позволят оценивать с меньшей, чем в настоящее время, погрешностью не только величину материальных потерь, но и затраты на ликвидацию, и моральный ущерб.

7. Автор упорно считает, что эффективное решение сложных, масштабных задач БЖД возможно в настоящее время только с применением компьютерного имитационного моделирования («мягкая модель») системы СОПРО. Причём сначала моделируется весь объект, а затем детализируются отдельные фрагменты в первоначальном формате. Судя по встречаемости такого подхода в литературе, мы находимся в замкнутом круге: не разрабатываем модели из-за отсутствия исходных данных, а исходные данные определяются при разработке модели. Наш опыт показывает, что целесообразнее начинать строить модель с гипотетическими данными и, пока идет отладка, совершенствование отдельных узлов, можно приступать к сбору необходимой информации.

8. Предлагается начать дискуссию по поводу использования предлагаемых разработок автора.

Список литературы

1. Артамонов В.В. Результаты исследования физического содержания, способов расчёта и смыслов понятий «опасности», «безопасности» и «риска». В кн.: Современное состояние и перспективы улучшения экологии и безопасности жизнедеятельности Байкальского региона: материалы Международной научно-практической «Белые ночи – 2016». Вост.-Сиб. Науч. центр МАНЭБ. Иркутск: ИНИТУ. 2016. С. 139-149.

2. Артамонов В.В., Романова Г.Н., Шитиков В.С. Имитационные модели в задачах выбора оптимального состава аварийно-спасательного флота для обслуживания морских нефтегазовых промыслов / Сборник научных трудов ВНИИМОРГЕО. Рига. 1985. С. 73-80.

3. Маршалл В. [Marshall V.] Основные опасности химических производств: пер. с англ. М.: «Мир». 1989. 671 с.

4. Сравнительная характеристика чрезвычайных ситуаций, происшедших на территории Российской Федерации за 1 полугодие 2013/2012 годов. URL: http://www.mchs.gov.ru/stats/CHrezvichajnie_situacii/2014 (20.10.2016).

5. Artamonov V. Using the Ideas of the Theory of Queues in Solving Safety Tasks: 5-th International Conf. Information Society and Modern Business. Riga-Ventspils: Zelta Rudens, 2013. P. 29-54.

УДК 629,625.09

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОБЪЕКТАХ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Беляев Сергей Алексеевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Математического обеспечения и применения ЭВМ», Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет

Остапченко Юрий Борисович – заместитель генерального директора, заслуженный испытатель космической техники, ОАО «НИЦ СПб ЭТУ»

Кудряков Сергей Алексеевич – доктор технических наук, заведующий кафедрой «Радиоэлектронных систем», Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации

Аннотация. Рассмотрена концепция создания комплексных систем безопасности, ее ключевые аспекты, предложены принципы построения и архитектура системы.

Ключевые слова: объекты транспортной инфраструктуры, безопасность, архитектура программной системы, ситуационный центр, интеллектуальное видеонаблюдение.

EXPERIENCE IN CREATING COMPLEX SYSTEMS OF SAFETY FOR TRANSPORT INFRASTRUCTURE

Belyaev Sergej A. – Ph.D., Associate Professor «Department of Computer Science and Engineering», Saint Petersburg Electrotechnical University "LETI"

Ostapchenko Yuriy B. – Deputy General Director, honored test space JSC "R&C ETU"

Kudryakov Sergej A. – Dr. of Science, Head Chair of radio-electronic systems, Saint-Petersburg state University of civil aviation

Abstract. The article is devoted to the relevance of the problem of creating integrated security systems, describes the key aspects of the proposed concept and system architecture.

Keywords: transport infrastructure, safety, architecture of a software system, situation centre, intelligent video surveillance.

В соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 12.05.2009 г. №537 принята Стратегия национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года, которая предполагает развитие системы ситуационных центров, работающих по единому регламенту взаимодействия. Для этого в соответствии с Указом «потребуется преодолеть технологическое отставание в важнейших областях информатизации, телекоммуникаций и связи, определяющих состояние национальной безопасности, разработать и внедрить технологии информационной безопасности в системах государственного и военного управления, системах управления экологически опасными производствами и критически важными объектами, а также обеспечить условия для гармонизации национальной информационной инфраструктуры с глобальными информационными сетями и системами».

В настоящее время создано большое количество ситуационных центров по самым разным направлениям: ситуационные центры губернаторов, ГИБДД, метрополитена, Росбортнадзора и др. В частности, в подчинении национального центра управления в кризисных ситуациях МЧС России находится более восьми десятков региональных ситуационных центров. Слабое место данных организационных структур – оперативность и достоверность полученной информации благодаря человеческому фактору. Наиболее объективные источники информации – средства видеонаблюдения и специализированные средства мониторинга, но современное видеонаблюдение не позволяет в должной мере обеспечить решение задач без привлечения специалиста, который должен оценить и сделать выводы из полученной информации.

В качестве примера можно привести доклады на конференции «Ситуационные центры: фокус кросс-отраслевых интересов – 2016» (28-29 сентября 2016 г. в г. Москва), в рамках которых многократно звучали вопросы по оперативности, достоверности и полноте информации, обрабатываемых ситуационными центрами. Человеческий фактор является одним из центральных понятий, используемых при рассмотрении проблемы обеспечения безопасности. Понятие человеческого фактора чрезвычайно широкое и используется для характеристики всех явлений и событий при эксплуатации любой техники, связанных с преднамеренной и непреднамеренной деятельностью человека. Под человеческим фактором чаще всего понимают совокупность индивидуальных и групповых (присущих всему профессиональному контингенту) качеств и свойств человека, которые могут проявляться в конкретных условиях функционирования сложной технической системы и оказывать влияние на эффективность и надежность выполняемой деятельности [1-3]. Вопрос недостаточной подготовленности операторов сложных технических комплексов должен решаться системно путём изменения про-

грамм соответствующих курсов подготовки, ужесточения требований по лицензированию и сертификации, повышению эффективности работы контролирующих органов.

Публикуемые в открытом доступе данные по причинам чрезвычайных происшествий в России и за рубежом показывают значительное увеличение доли неблагоприятных событий, обусловленных человеческим фактором. При этом к числу причин возникающих аварий и катастроф часто относятся не только прямые ошибки в деятельности персонала, но и общая тенденция к пренебрежению установленными правилами и инструкциями, а также правовой нигилизм, который имеет глубокие социально-исторические корни и является отдельной темой для рассмотрения [4].

При этом при подготовке профильных специалистов должна выполняться отработка не только штатного функционирования сложного технического комплекса или транспортного средства, но и работа в условиях нештатных ситуаций. Вопрос вариантов подготовки к нештатным ситуациям в литературе освещён достаточно подробно, современные тенденции предполагают использование комплексных автоматизированных обучающих систем, включающих не только обучение специалиста, но и эксплуатацию технических комплексов, и работу в нештатных и аварийных ситуациях [5,6].

Транспортная инфраструктура включает в себя дороги, площади, мосты, виадуки, подземные переходы, метрополитены, прилегающую к ним территорию и другие объекты. Большинство из них выступает в качестве мест массового скопления людей, а, значит, существенно повышается уровень опасности и требует повышенного внимания от контролирующих органов. С этой точки зрения для обеспечения концепции комплексной безопасности в рамках соответствующих ситуационных центров необходимо обеспечить сбор и предоставление объективной информации на уровне города или значимого региона. В рамках данной информации необходимо учитывать не только техническое состояние транспортной инфраструктуры, но и контролировать транспортные и пассажирские потоки.

Предлагается на местном и региональном уровне обеспечить сбор и предварительную обработку следующей информации:

- непрерывный дистанционный мониторинг всех значимых объектов транспортной инфраструктуры, что позволит обеспечить надёжность мостов, виадуков, близлежащих строений, которые могут повлиять на безопасность контролируемого участка;
- контроль и управление доступом, что обеспечит контроль прохождения в различные учреждения и на территории, требующие повышенного внимания, такие как метрополитены, аэропорты, железнодорожные станции и т.п.;
- интеллектуальное видеонаблюдение [6], которое позволит с одной стороны автоматизировать процесс выявления нарушений, с другой стороны обеспечит контроль гораздо большей территории одним оператором.

Использование предложенных инструментов к сбору и обработке информации позволит обеспечить контроль технического состояния транспортной инфраструктуры, уменьшить влияние человеческого фактора, обеспечивать поддержку принятия управленческих решений. Собранные информация поступает в ситуационный центр и городской информационный портал. На уровне ситуационного центра она используется для поддержки принятия решений и координации действий городских служб, на уровне информационного портала позволяет информировать население о ситуации в городе, что обеспечивает снижение социальной напряжённости.

Предлагается расширить современные решения, используемые в ситуационных центрах за счёт интеллектуальной обработки и анализа данных, что обеспечит:

- выявление зависимостей в данных (статистическая обработка и сегментация данных, выполнение многомерного, кластерного, секвенциального анализа, распознавание образов, ассоциативный анализ);
- систематизацию информации об объектах с целью классификации их состояний;
- выявление нетипичного поведения объектов;
- поиск причин отклонения поведения объектов;

- сокращение объемов хранимых данных без потери информации.

С учётом № 374-ФЗ от 6 июля 2016 г. в части хранения информации операторами мобильной связи за период до полугода представляется крайне актуальным вопрос сокращения объемов хранимых данных. В настоящее время ведутся активные научные исследования, в том числе с участием Фонда перспективных исследований по возможности решения задач, необходимых для создания полноценных интеллектуальных решений, позволяющих минимизировать человеческий фактор при анализе информации, поступающей из первичных источников в ситуационные центры (систем видеонаблюдения, средств связи, результатов космической и аэрофотосъёмки).

В целом безопасность на объектах транспортной инфраструктуры может трактоваться шире, чем появление событий, приводящих к опасным ситуациям. В частности, появление пробок на дорогах может приводить к дополнительным инцидентам. В связи с этим целесообразно возложить на комплексную систему безопасности на объектах транспортной инфраструктуры решение следующих дополнительных задач:

- мониторинг транспортных потоков, в частности, с целью планирования проведения оперативных мероприятий с учётом дорожной обстановки, для этого потребуется создать статистическую модель нагрузки на транспортные магистрали и улицы города;
- управление техническими средствами регулирования и организации дорожного движения, в частности, для высвобождения перегруженных и загрузки недогруженных магистралей;
- навигационно-информационное обеспечение на базе глобальных навигационных спутниковых систем, в частности, предоставление информации о происшествиях, инцидентах, очагах криминальной активности;
- информирования участников дорожного движения, в частности, предупреждение о происшествиях, чрезвычайных ситуациях, проводимых оперативных мероприятиях.

Комплексная система безопасности на объектах транспортной инфраструктуры позволяет не только снизить влияние человеческого фактора и обеспечить надёжность функционирования объектов транспортной инфраструктуры и предоставить объективную информацию в соответствующие ситуационные центры, но и повысить качество жизни и привлекательность региона в целом.

Список литературы

1. Остапченко Ю.Б., Кудряков С.А., Романцев В.В., Беляев С.А. Проблемы профессиональной подготовки специалистов для эксплуатации сложных технических объектов в современных условиях // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2014. № 8. С. 90-94.
2. Беляев С.А., Кудряков С.А. Преднамеренные информационные тренды и их предупреждение // Современная культура коммуникации. Социокультурные процессы в современном мире: материалы II Международной научно-практической конференции, Саратов. 2015. С. 19-22.
3. Шаповалов Е.Н., Остапченко Ю.Б., Экало А.В., Беляев С.А., Кудряков С.А. Актуальные вопросы теории эксплуатации авиационной и ракетно-космической техники // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2015. № 6. С. 70-75.
4. Кудряков С.А. Размышления о виртуальной истории, или куда бежит «Идиот»? // Клио. 2013. № 1. С. 135-138.
5. Беляев С.А., Остапченко Ю.Б., Кудряков С.А., Книжниченко Н.В., Шаповалов Е.Н. Современная концепция комплексной автоматизированной системы профессионального обучения и сопровождения деятельности для специалистов службы эксплуатации радиотехнического оборудования и связи // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2015. № 10. С. 10-14.
6. Романенко С.А., Беляев С.А., Литвиненко Н.М. Подход к обеспечению комплексной безопасности на железнодорожном транспорте с использованием систем интеллектуального видеонаблюдения // Человек и транспорт. Психология. Экономика. Техника: материалы II Междунар. научно-практ. конф. СПб, 28–30 июня 2012 г. СПб.: ПГУПС. 2012. С. 198-204.

ПРИМЕНЕНИЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМПЛЕКСА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДОСМОТРА

Волков Александр Константинович – ассистент кафедры обеспечения авиационной безопасности

Юдаев Вячеслав Владимирович – старший преподаватель кафедры обеспечения авиационной безопасности

Ульяновский институт гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б.П. Бугаева

Аннотация. Представлена имитационная модель анализа и оценки эффективности комплекса технических средств досмотра. Практическая значимость имитационной модели заключается в возможности проведения оценки соответствия функциональных свойств комплекса технических средств досмотра требованиям сертификации.

Ключевые слова: комплекс технических средств досмотра, имитационная модель, эффективность.

USING THE SIMULATION MODELING FOR EVALUATING THE EFFICIENCY OF TECHNICAL SCANNING FACILITIES SET

Volkov Alexander K. – Ulyanovsk Civil Aviation Institute, assistant of Department of providing of aviation security

Yudaev Vyacheslav V. – Ulyanovsk Civil Aviation Institute, senior lecturer of Department of providing of aviation security

Abstract. Presents a simulation model analyzing and evaluating the efficiency of technical scanning facilities set. The practical significance of the simulation model lies in the possibility of assessing correspondence of technical scanning facilities set functional features to certification requirements.

Keywords: technical scanning facilities set, a simulation model, efficiency.

В настоящее время в условиях не снижающейся террористической угрозы применения взрывных устройств на объектах гражданской авиации и воздушных судах проблема повышения уровня обеспечения авиационной безопасности (ОАБ) стоит в ряду первостепенных задач. Одной из основных мер ОАБ в целях противодействия рассматриваемой угрозы является досмотр пассажиров, их ручной клади и багажа. В качестве технических средств досмотра (ТСД) в аэропортах используется различное оборудование, применяющие разнообразные методы обнаружения взрывчатых веществ (ВВ). Можно отметить следующие основные методы детектирования ВВ: методы, использующие рентгеновское излучение, методы электронно-химического анализа, биосенсорные методы обнаружения, ядерно-физические методы обнаружения.

Международная организация гражданской авиации признает основным способом решения задачи надежного обнаружения ВВ комбинацию различных методов обнаружения. Вместе с тем необходимо отметить, что широкое распространение и внедрение все новых технических средств и технологий детектирования ВВ приводит к возрастанию сложности и увеличению альтернативных вариантов построения комплекса ТСД, что требует проведения оценки эффективности как существующего, так и вновь проектируемого комплекса ТСД, в

целях принятия решения либо о приемлемости его по заданным функциональным характеристикам, либо о необходимости модернизации комплекса.

Стоит отметить важность экономической составляющей в процессе построения комплекса ТСД, которая обусловлена тем, что:

- высокая стоимость оборудования в условиях рыночной экономики обуславливает необходимость проведения оптимизации расходов при сохранении необходимого уровня безопасности;

- высокие затраты на оборудование и непосредственно на процесс проектирования комплекса ТСД не позволяет проводить практическую проверку, принимаемых проектных решений.

Важность проведения оценки эффективности комплекса ТСД также подтверждается пристальным вниманием руководства страны к вопросам обеспечения безопасности на транспорте, что отражено в Постановлении Правительства Российской Федерации № 969 от 26 сентября 2016 г. «Об утверждении требований к функциональным свойствам технических средств обеспечения транспортной безопасности и Правил обязательной сертификации технических средств обеспечения транспортной безопасности», в котором обозначена необходимость проведения сертификации технических систем и средств досмотра в целях подтверждения соответствия требованиям по выявлению ими опасных предметов и веществ. В частности, данные системы должны обеспечивать обнаружение ВВ с вероятностью не менее 0,98:

В связи с тем, что проводить сертификационные испытания систем досмотра аэропортов на реальных объектах крайне дорого, долговременно и ресурсоемко, одним из способов решения данной проблемы является применение методов имитационного моделирования.

Таким образом, актуальной научной задачей является разработка имитационной модели анализа и оценки эффективности комплекса ТСД, которая позволит проводить оценку соответствия функциональных свойств комплекса требованиям сертификации.

Анализ существующих программ оценки эффективности систем безопасности позволяет сделать следующие выводы [1]:

- программные средства, разработанные в Соединенных Штатах Америки, несмотря на некоторые отличия, имеют общий математический аппарат для анализа и оценки эффективности инженерно-технических средств охраны, сущность которого заключается в использовании вероятностно-временного подхода;

- все программные средства имеют жесткую отраслевую привязанность и применяются либо в сфере атомной энергетике, либо при обеспечении безопасности критически важных объектов, что накладывает ограничения на возможность применения их в сфере воздушного транспорта при обеспечении авиационной безопасности;

- ввиду специфики связанной с наличием большого пассажиропотока, а также сложной, многоуровневой организацией системы досмотра в аэропорту, применение существующих программ является не эффективным в области рассматриваемой задачи.

Исходя из анализа программных средств, можно сделать вывод о том, что для оценки эффективности системы досмотра аэропорта целесообразно использовать программный продукт имитационного моделирования AnyLogic, достоинствами которого являются [2]:

- возможность реализации имитационных моделей систем различными методами: дискретно-событийным моделированием, системной динамикой и агентным моделированием.

- широкие возможности для проведения экспериментов и анализа результатов моделирования. AnyLogic поддерживает такие типы экспериментов как: варьирование параметров, сравнение «прогонов», оптимизация, метод Монте-Карло, калибровка, нестандартный.

Для моделирования процесса досмотра багажа и ручной клади была разработана имитационная модель, основанная на дискретно-событийном и агентном подходе. Модель представлена многоуровневым комплексом технических средств досмотра, состоящим из:

- на первом этапе, высокоскоростной рентгеновской установки с автоматическим обнаружением взрывчатых веществ;
- на втором этапе, рентгеновской установкой с компьютерной томографией;
- на третьем этапе, детектора паров и частиц взрывчатых веществ.

Непосредственно организация процедуры досмотра заключается в следующем.

На пункт досмотра поступает поток багажа с определенной интенсивностью. На первом этапе он подвергается проверке с использованием высокоскоростной рентгеновской установки с автоматическим обнаружением взрывчатых веществ. При обнаружении подозрительного предмета багаж направляется на второй этап, где подвергается проверке оператором с использованием компьютеризированного томографа. Если оператор идентифицирует опасный предмет, он направляет багаж на ручной досмотр с применением детектора паров и частиц взрывчатых веществ. На данном этапе производится окончательная идентификация опасного предмета. В случае если на первом этапе багаж не вызвал подозрений он поступает в выходной поток. При этом существует вероятность ложной тревоги, когда неопасный багаж принимается за опасный.

На рисунке 1 представлена структура событийной части разработанной имитационной модели.

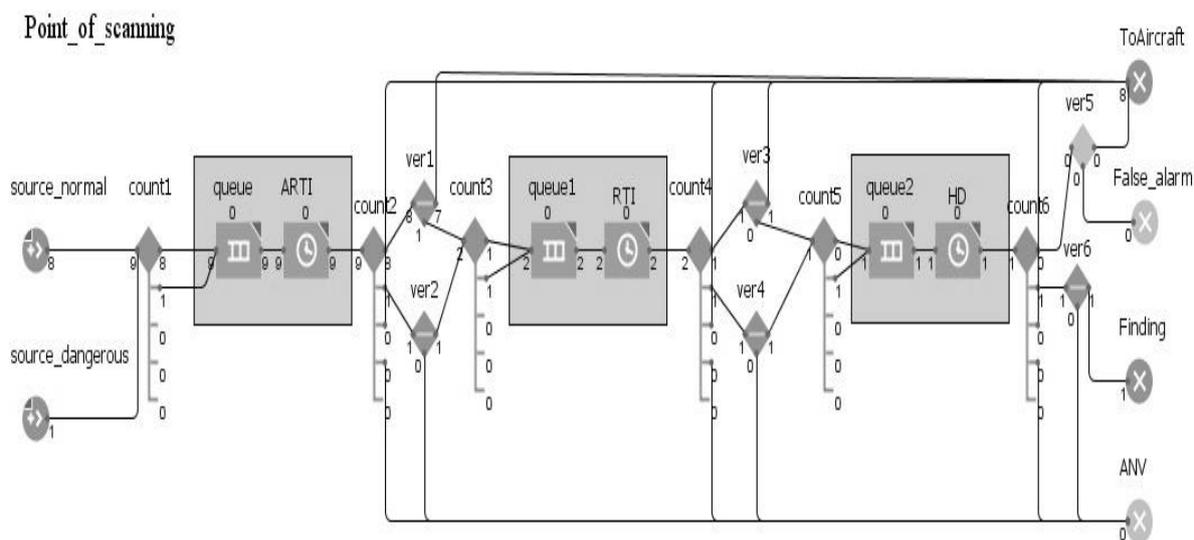


Рисунок 1 – Структура событийной части имитационной модели

Исходя из рисунка 1 видно, что в модели имеется два источника, которые генерируют два типа агентов «normal» и «dangerous», соответствующие нормальному типу багажа и багажу, содержащему ВВ. Согласно представленному выше алгоритму, происходит моделирование работы комплекса ТСД. В процессе работы модели собираются различные статистические данные.

В качестве исходных данных в модели используется:

- вероятности обнаружения и ложных тревог ТСД;
- среднее время до отказа и среднее время восстановления ТСД;
- среднее время досмотра на каждом типе ТСД;

В результате работы модели собираются следующие данные:

- количество багажа каждого типа, на различных рубежах контроля;
- вероятности обнаружения опасного багажа на каждом этапе досмотра и общая вероятность обнаружения;
- вероятности ложных тревог на каждом этапе досмотра и ее общая вероятность;
- среднее время досмотра багажа.

В качестве примера на рисунке 2 приведена гистограмма количества ложных срабатываний комплекс ТСД.

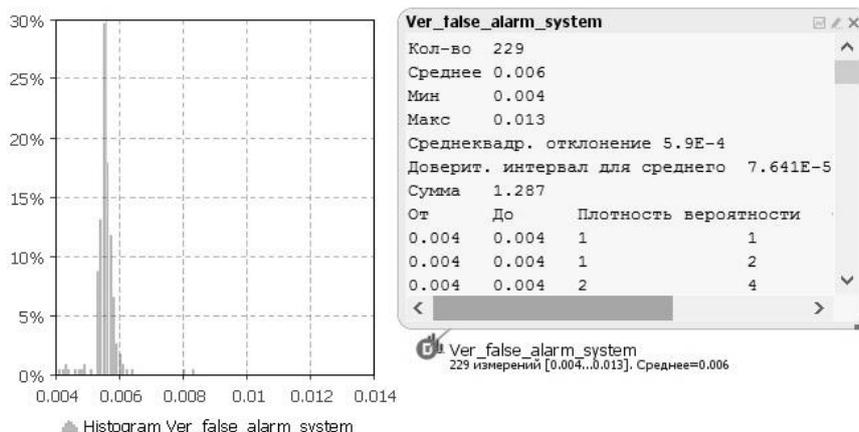


Рисунок 2 – Гистограмма распределения ложных срабатываний комплекса ТСД

В качестве примера на рисунке 3 приведена гистограмма распределения доли правильно обработанного багажа комплексом ТСД.

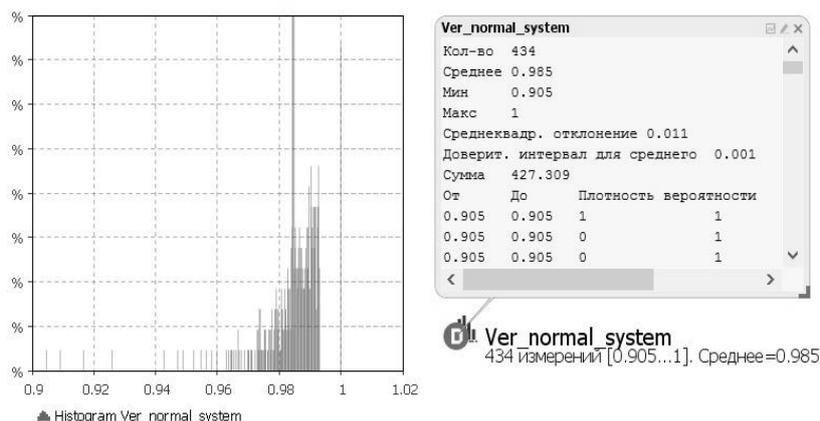


Рисунок 3 – Гистограмма распределения доли правильно обработанного багажа комплексом ТСД

Практическая значимость разработанной имитационной модели заключается в следующем:

- возможности выявлять уязвимые места системы досмотра и анализировать причины их появления;
- возможности проведения сертификации технических систем и средств досмотра в целях подтверждения соответствия требованиям по выявлению ими опасных предметов и веществ;
- возможности оценивать вероятность совершения акта незаконного вмешательства и другие вероятностные характеристики;
- предоставлять необходимую информацию о системе на этапах создания и модернизации;
- подготавливать предложения по совершенствованию действующей системы досмотра.

Таким образом, применение имитационной среды AnyLogic позволит решить задачу анализа и оценки эффективности комплекса ТСД.

Список литературы

1. Волков А.К. К вопросу о применении имитационной среды AnyLogic для оценки эффективности системы досмотра аэропорта // Научный вестник УИ ГА. 2016. № 8. С. 143-146.
2. Волков А.К. Совершенствование оценки уязвимости объектов транспортной инфраструктуры // Гражданская авиация: XXI век: материалы VIII Международной молодежной научной конференции 14–15 апреля 2016 г., Ульяновск: УИ ГА. 2016. С. 83-84.

УДК 519.87

ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОЦЕНКИ УЯЗВИМОСТИ ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Волков Александр Константинович – ассистент кафедры обеспечения авиационной безопасности Ульяновского института гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б.П. Бугаева

Аннотация. Рассмотрены основные методы оценки уязвимости объектов транспортной инфраструктуры, а также пути их совершенствования на основе марковских случайных процессов.

Ключевые слова: уязвимость объектов транспортной инфраструктуры, экспертное оценивание, марковские случайные процессы.

WAYS TO IMPROVE THE ASSESSMENT OF VULNERABILITY OF OBJECTS OF TRANSPORT INFRASTRUCTURE

Volkov Alexander K. – assistant of Department of providing of aviation security, Ulyanovsk Civil Aviation Institute

Abstract. This report contains the main methods of assessment of vulnerability of objects of transport infrastructure and ways to improve them based on Markov random processes.

Keywords: the vulnerability of transport infrastructure objects, expert evaluation, Markov random processes.

На сегодняшний день, актуальной задачей является совершенствование методов оценки уязвимости объектов транспортной инфраструктуры (ОТИ).

Существует два основных подхода к решению данной задачи – подход, изложенный в Письмо руководителя Росавиации от 21.10.2011 № АН 1.06-3761 «Методические рекомендации по проведению оценки уязвимости объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств воздушного транспорта» и подход, разработанный Ю.М. Волынским-Басмановым и Ю.Б. Михайловым.

Исходя из анализа первого подхода к оценке уязвимости ОТИ, который предполагает экспертное оценивание различных её характеристик, можно указать на следующие недостатки данного подхода:

- наличие субъективности при оценивании экспертами различных характеристик ОТИ;
- сложность оценки реальных характеристик ОТИ;
- достаточно длительное время проведения оценки уязвимости.

Недостатками второго подхода [1] к оценке уязвимости ОТИ являются:

- сложность аналитического представления зависимости уязвимости ОТИ от различных негативных факторов;

- недостаточность статистических данных для получения вероятностных значений негативных факторов.

Таким образом, существующие подходы к оценке уязвимости ОТИ не способны в полной мере решить данную задачу. В связи с этим предлагается использовать аппарат марковских случайных процессов.

В качестве количественного показателя уязвимости в данном случае будет выступать поток отказов технических средств обеспечения транспортной безопасности и ошибок персонала службы транспортной безопасности [2].

На первом этапе анализа уязвимостей ОТИ необходимо составить граф состояний системы, вершины которого являются состояниями, а дуги – возможными переходами из состояния в состояние. Вторым этапом является составление системы дифференциальных уравнений (уравнений Колмогорова) для определения вероятностей нахождения системы в описанных выше состояниях [3].

В качестве состояний системы могут выступать следующие события: наличие определенных уязвимостей (отказы технических средств и ошибок персонала) и попытки совершения актов незаконного вмешательства.

Для решения полученных дифференциальных уравнений могут быть использованы стандартные пакеты прикладных программ, такие как Maple, MathCad и другие.

Список литературы

1. Безопасность на транспорте и её количественная оценка: М.: НУЦ «АБИНТЕХ». 2012. 268 с.
2. Волков А.К. К вопросу о понятии «уязвимость объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств» // Научный вестник УИ ГА. 2016. № 8. С. 13-15.
3. Волков А. К. Применение марковских случайных процессов при анализе уязвимости системы обеспечения авиационной безопасности // Гражданская авиация на современном этапе развития науки, техники и общества: сборник тезисов докладов участников Международной научно-технической конференции, посвященной 45-летию университета 18-20 мая 2016 г. – М. : МГТУ ГА. 2016. С. 86.

УДК 681.3

АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ МНОГОФАКТОРНОЙ ЗАДАЧИ ИЗБЕЖАНИЯ АВАРИЙ ВО ВРЕМЯ ДВИЖЕНИЯ АВТОТРАНСПОРТА, ИСПОЛЬЗУЯ АППАРАТ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

Гвоздик Михаил Иванович – кандидат технических наук, профессор, профессор кафедры прикладной математики и информационных технологий

Шилов Александр Геннадьевич – магистр факультета подготовки кадров высшей квалификации

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Аннотация. Рассмотрены основные подходы к навигации мобильного робота в известном и неизвестном окружениях, а также предложен пример реализации нечеткого алгоритма поиска пути. Результаты решения данных задач предназначены для практического применения в алгоритме управления транспортным средством, а именно для «гладкого» и безопасного движения.

Ключевые слова: нечеткая логика, транспорт, управление, аварийная ситуация.

ALGORITHM FOR SOLVING MULTI-FACTOR TASKS AVOID ACCIDENTS WHILE DRIVING VEHICLES USING FUZZY LOGIC

Gvozdk Mikhail I. – PhD, Professor, Professor of department of applied mathematics and information technologies, Saint-Petersburg University of State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia

Shilov Aleksandr G. – magistr at the faculty of training personnel of higher qualification, Saint-Petersburg University of State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia

***Abstract.** In the article the basic approaches to mobile robot navigation in known and unknown environments, and also provided an example of implementation of fuzzy algorithm for path finding. The results of solving these tasks are designed for practical use in the control algorithm of the vehicle, namely for smooth and safe movement.*

***Keywords:** fuzzy logic, transportation, management, emergency.*

Решение задач управления транспортным средствам без участия человека представляет сегодня максимальный интерес всех производителей транспорта, однако такие технологии связаны с обеспечением безопасности не только человека находящегося в автомобиле, но и других участников дорожного движения. Сейчас существует множество систем помогающих человеку припарковать автомобиль одним нажатием кнопки, мгновенно остановить автомобиль при появлении препятствия на пути движения.

Все чаще во время движения люди «притирают» автомобиль другого участника движения из-за неосторожности. При этом автомобили компьютеризированы, но это им не помогает. Избежать подобных ситуаций можно, усовершенствовав систему управления автомобиля, а именно предоставить компьютерной системе возможность корректировки движения.

Подход нечеткого моделирования, ориентированный на нечеткость информации, ее приближенный характер, а также экспертный способ формирования, уже зарекомендовал себя в различных направлениях. Целесообразность использования нечеткого подхода, построенного по принципу «интеллектуального агента», представляют собой модели реальных систем с определенным множеством входных и выходных переменных, для формализации которых используется лингвистический подход, а зависимость «выхода» от «входов» описывается на качественном уровне в форме условных высказываний – продукционных правил.

Таким образом, сущность данной работы заключается в необходимости совершенствования подходов управления транспортными новыми методами, которые позволяют решать важнейшие задачи (моделирования, управления и др.) на основе механизма нечетко-логического вывода. Целью работы является применение аппарата нечеткой логики для корректировки движения транспортного средства. Результаты решения данных задач предназначены для практического применения в алгоритме управления транспортным средством, а именно для «гладкого» и безопасного движения.

Понятие интеллектуального агента это одно из основополагающих понятий агентно-ориентированного подхода к изучению проблем Искусственного Интеллекта (ИИ). Интеллектуальный агент получает результаты актов восприятия из окружающей среды и выполняет действия, причём интеллектуальный агент реализует функцию, которая преобразует последовательности актов восприятия в действия [1].

Одной из важнейших задач агента является задача планирования пути до некоторой цели. Особенно актуальным является вопрос ориентации в неизвестном окружении, т.к. пространство редко является статичным.

Пусть имеется некоторый агент, способный обозревать ближайшее окружение. Для определенности будем считать, что это компьютеризированный автомобиль, оборудованный

датчиками расстояния (дальномерами). Пусть имеется некоторое пространство, вмещающее в себя объекты трех типов: агента, цели и препятствия.

Цель – это точка пространства, в которую агент должен попасть. Для понимания будем считать, что это позиция впереди автомобиля, движущегося перед агентом. Препятствия – совокупность точек пространства, через которые агент не способен осуществлять движение (другие автотранспортные средства). Тогда задача формулируется следующим образом: агенту необходимо проложить путь от своей исходной позиции до заданной цели, огибая препятствия на пути. При этом ставятся ограничения на непрерывность и оптимальность пути, а сам агент представляется материальной точкой, положение которой точно задано координатами в пространстве.

Под оптимальным путем понимают наикратчайший возможный путь из исходной позиции до цели.

Поиск пути в заранее неизвестном окружении сложно формализовать, т.к. нет заранее составленной карты (формального описания окружения, и движения транспорт). Пространство не может быть представлено в виде четко определенной математической структуры и, соответственно, не может быть найден оптимальный путь в строгом смысле слова. Длина результирующего пути зависит от конкретного выбора на каждом шаге, т.к. неизвестно приведет ли сделанное решение к возникновению тупика (комбинации препятствий, выход из которой возможен только один - это возвращение на предыдущий шаг) или нет.

Исходя из указанных выше рассуждений, был предложен нечеткий алгоритм корректировки движения. Идея алгоритма состоит в следующем: после начальной инициализации агент запоминает координаты цели и свое начальное состояние. Он переводит их в понятие лингвистических переменных и с помощью базы правил определяет направление на цель. После этого по полученному направлению (± 45 градусов) он проверяет наличие препятствий, переводит результат в значения лингвистических переменных и, опять используя базу знаний, получает значения корректировок. После этого он формирует угловую характеристику скорость двигателя и угол поворота руля и фазифицирует их. Функция принадлежности данных лингвистических переменных подобрана таким образом, что получившиеся в результате фаззификации степени принадлежности двум термам и равны скорости двигателя и угла поворота руля. Полученные значения посылаются на контроллер двигателя и рулевых тяг, и агент снова производит те же действия. Данный алгоритм повторяется до тех пор, пока цель не будет достигнута.

В описанном в предыдущем разделе алгоритме введены различные лингвистические переменные. Ниже следует их описание с функциями принадлежности.

1) X и Y- задают координаты в пространстве задачи.

Пространство задачи ограничено по X и по Y интервалом значений [0,255].

Значение элемента массива будет изменяться от 0 до 255. Значение 0 будет соответствовать достоверности 0, а значение 255 будет соответствовать достоверности 1.

Нечеткое множество задается на 3 термах – «лево», «прямо», «право». Функция принадлежности представлена на рисунке 1.

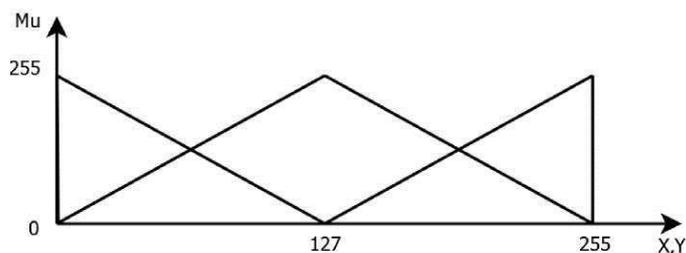


Рисунок 1 – Функция принадлежности лингвистических переменных X и Y

- 2) $P_{цели}$ и $P_{агента}$ – задают положения агента и цели в пространстве задачи.
- 3) Переменная «направление» – направление до цели.

Угол задаётся в интервале от 0 до 2π . Данная лингвистическая переменная задается на 16-ти термах, каждый из которых представляет одно из возможных направлений движений автомобиля. Функция принадлежности данной лингвистической переменной продемонстрирована на рисунке 2.

- 4) Расстояние1, Расстояние2, Расстояние3 - расстояния до препятствий.

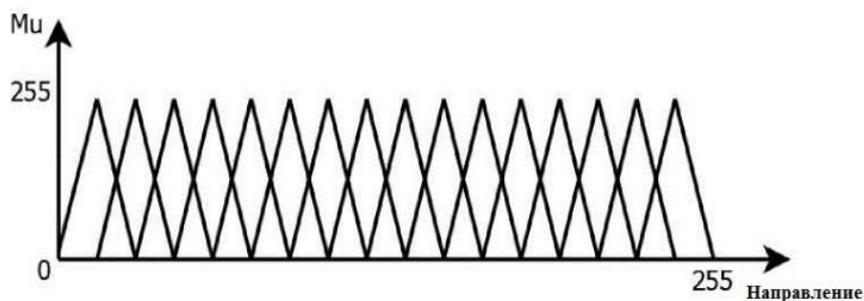


Рисунок 2 – Функция принадлежности лингвистической переменной «Направление»

Задаются на трех термах: «близко», «средне», «далеко». От соотношения расстояний по трем направлениям зависит корректировка направления. Функция принадлежности представлена на рисунке 3.

Функция принадлежности составляется на основе экспертной оценки. Так, например, на основе экспертной оценки было получено, что расстояние более 70 см – это далеко.

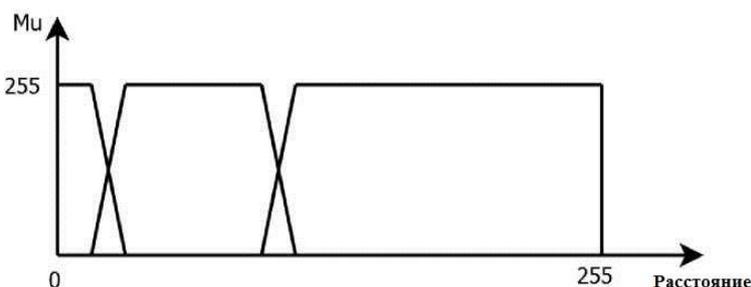


Рисунок 3 – Функция принадлежности лингвистических переменных:
Расстояние1, Расстояние2, Расстояние3

Расстояние 50 см к понятию «Далеко» относится на 50%, расстояние 30 см к понятию «Далеко» уже не относится. Таким образом, составляется функция принадлежности терма «Далеко». Аналогичным образом составляется функция терма «Близко», «Средне».

Для обеспечения плавного перехода системы из режима «Далеко» в режим «Средне» и из режима «Средне» в режим «Далеко» функции принадлежности делают пересекающимся

- 5) Корректировка направления.

Корректировка направления в зависимости от значений переменных Расстояние1, Расстояние2, Расстояние3. Корректировка заключается в изменении угла на +/- 10 градусов. Переменная задается на 5 термах: «резко влево», «чуть влево», «прямо», «чуть вправо», «резко вправо». Функция принадлежности представлена на рисунке 4.

- б) Скорость двигателя.

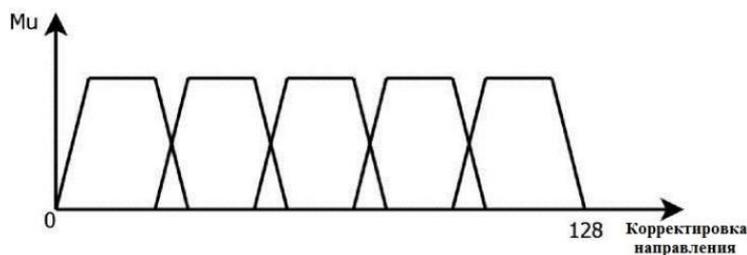


Рисунок 4 – Функция принадлежности лингвистической переменной «Корректировка направления»

Эти переменные представляют из себя угловую характеристику, при фазификации которой получают такие значения степеней принадлежности термам, которые могут напрямую использоваться как управляющие воздействия для скорости двигателя. Переменная задается на двух термах: «быстрее» и «медленнее». Функция принадлежности представлена на рисунке 5.

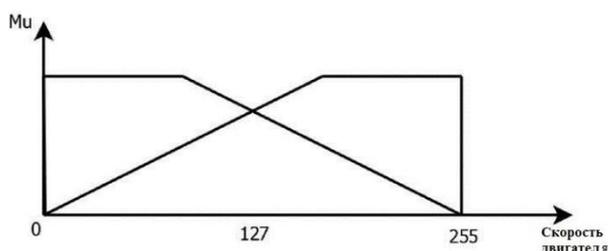


Рисунок 5 – Функция принадлежности лингвистической переменной «Скорость двигатель»

Кроме функций принадлежности в нечеткой логической системе существует база продукционные правила, типа «ЕСЛИ ..., ТО ...». Операндами этих правил служат термы. Под оператором «ЕСЛИ» могут присутствовать только входные термы, а под оператором «ТО» - только выходные.

На рисунке 6 представлены результат работы предложенного алгоритма. Алгоритм был реализован на микроконтроллере, а тестирование проводилось на специально созданной компьютерной модели. Данная иллюстрация демонстрирует работоспособность предложенного решения и возможность его использования при решении практических задач.

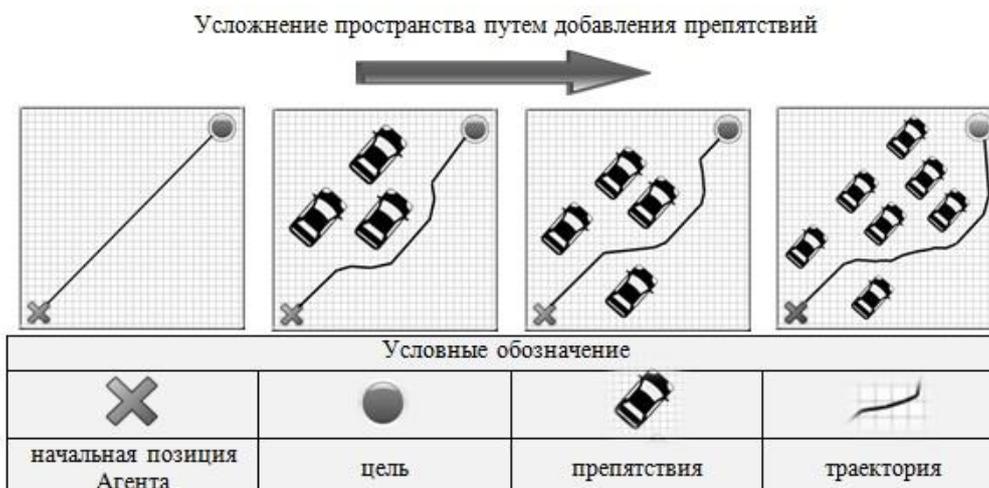


Рисунок 6 – Пример работы алгоритма на последовательно усложняемом пространстве

Заключение

Рассмотрены основные подходы к навигации мобильного робота в известном и неизвестном окружениях, а также предложен пример реализации нечеткого алгоритма поиска пути. Используя преимущества таких алгоритмов как «Касательная» Ошибка, подобная система может улучшить оптимальность пути, сделать его траекторию более плавной, само управление – более естественным, а задание логики поведения агента - более удобным.

Список источников

1. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход. 2-е издание. М.: Издательский дом «Вильямс». 2006. 1408 с.
2. Stentz A. Optimal and Efficient Path Planning for Partially-Known Environments // Proceedings of the International Conference on Robotics and Automation, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, 1994. С. 3310-3317.
3. Дуньюэ Ц. Управление мобильным роботом на основе нечетких моделей // Современные проблемы науки и образования. 2007. № 6. С. 115-121.
4. Гриняев С. Нечеткая логика в системах управления // Компьютерра. 2001. № 38.
5. Комарцова Л.Г., Максимов А.В. Нейрокомпьютеры: Учеб. пособие для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2004. 400 с.
6. Система управления движением // Интеллектуальный мобильный робот.ЦКЕ. <http://robot-rad.narod.ru/tactick.html>.

УДК 004.93'1

ТРАНСПОРТНЫЕ ВИДЕОСИСТЕМЫ НА КРИСТАЛЛЕ: НОВЫЕ МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ РАСПОЗНАВАНИЯ

Альмахрук Мухиб Мухамед – аспирант, кафедры систем автоматизированного проектирования Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ», Иордания

Гаврилов Игорь Авенирович – начальник отделения

Мукало Юрий Иванович – начальник отделения

ФГУП Государственный научно-исследовательский институт прикладных проблем, г. Санкт-Петербург

Фахми Шакиб Субхиевич – доктор технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории проблем развития транспортных систем и технологий ФГБУН Института проблем транспорта имени Н. С. Соломенко Российской академии наук

Аннотация. Предлагаются метод и технологию аппаратно-программной реализации видеосистем ввода, анализа и передачи видеоинформации в реальном времени на базе платформы со встроенным ПЛИС Cyclone V и высокоскоростного USB 3 контроллера.

Ключевые слова: видеосистема на кристалле, распознавание, ПЛИС.

VIDEO SYSTEMS-ON-CHIP: NEW METHODS AND TECHNOLOGIES FOR PATTERN RECOGNITION

Almahrouk M.M. – graduate student, Saint-Petersburg Electrotechnical University “LETI”, Jordan

Gavrilov Igor A. – Research Institute of Applied Problems

Mukalo Jurij I. – Research Institute of Applied Problems

Abstract. Proposed method and technology hardware-software implementation of the video system entry, analysis and transmission of video information in real time on the platform with integrated Cyclone V FPGA and high speed USB 3 controller.

Keywords: video system on chip, sensing, FPGA.

Введение

Проблема выделения объектов от фона в естественной или искусственной обстановке и последующего распознавания всегда находилась в ряду самых приоритетных задач для исследователей, работающих в области систем машинного зрения и искусственного интеллекта. Тем не менее, множество исследований, проводящихся в ведущих научных центрах всего мира в течение нескольких десятилетий, так и не привело к созданию реально работающих систем компьютерного зрения, способных обнаруживать и распознавать объектов в любых условиях [1].

Серьезной проблемой, стоящей перед проектировщиками систем компьютерного зрения, является большая изменчивость визуальных образов, связанная с изменениями освещенности, окраски, масштабов, ракурсов наблюдения. Кроме того, люди имеют привычку ходить по улицам и в помещении одетыми, что приводит к существенной изменчивости изображений одного и того же человека. Однако наиболее сложной задачей компьютерного зрения является проблема устранения неоднозначности, возникающей при проектировании трехмерных объектов реального мира на плоские изображения. Цвет и яркость отдельных пикселей на изображении также зависит от большого количества трудно прогнозируемых факторов. В число этих факторов входят [2-4]:

- число и расположение источников света;
- цвет и интенсивность излучения;
- тени или отражение от окружающих объектов.

Задача обнаружения объектов на изображении осложняется также огромным объемом данных, содержащихся в изображении. Изображение может содержать тысячи пикселей, каждый из которых может иметь важное значение. Полное использование информации, содержащейся в изображении, требует наличия современных технологий с гибко-настраиваемой конфигурацией и анализа каждого пикселя на принадлежность его объекту или фону с учетом возможной изменчивости объектов. Такой анализ может потребовать высоких затрат как в требуемой памяти, так и в количестве вентилях ПЛИС [7].

Решение этой проблемы лежит в правильном выборе описания объектов, для обнаружения и распознавания которых создается система. Описание объекта должно его учитывать наиболее характерные особенности в виде опорных точек, отличающие его от остальных элементов окружающей сцены. Чтобы избежать субъективности при выборе нужного описания, необходимо использовать методы автоматического выбора подходящих характеристик объекта, которые реализуются на этапе обучения в комбинированных алгоритмах. В то же время существует ряд параметров в описании объекта, которые в настоящее время разработчик должен учитывать при создании систем обнаружения и распознавания. К таким параметрам относятся [5,6]:

- 2D и 3D-представления фона и объекта. При этом 3D- алгоритмы, в отличие от 2D требуют большого числа различных описаний, соответствующих представлению объекта в различных условиях наблюдения;
- взаимосвязанность элементов, описывающих объект и фон;
- признаки объекта (форма, размер, объем, цвет и.т.д.), описывающие специфику объекта и его характеристики.

В самом общем случае алгоритм решения задачи обнаружения и идентификации требуемого объекта состоит из следующих шагов:

- обнаружение факта присутствия требуемого объекта на анализируемой сцене;
- выделение опорных точек объекта;
- определение и выделение характерных признаков объекта;
- определение ракурса наблюдения объекта (анфас, профиль);
- формирование сжатого описания опорных точек объекта;
- сравнение с эталонами и идентификация.

В зависимости от конкретных условий структура и реализация отдельных шагов алгоритма могут различаться. Важным является использование максимально доступной информации для достижения удовлетворительных результатов в сложных ситуациях изменения обстановки с большим потоком входных видеоданных.

Алгоритмы должны уметь эффективно отсекают статические и медленно изменяющиеся элементы сцены, работать в различных условиях освещенности, опознавать объект под различными ракурсами, отслеживать передвижение множества людей и автоматически выбирать момент, подходящий для выполнения идентификации данного объекта (например, когда можно получить фронтальное изображение лица с достаточным разрешением). Для обеспечения таких возможностей алгоритма необходимо иметь:

а) многопроцессорные реконфигурируемые сложно-функциональные блоки, включающие многокамерный обзор и анализ сцены с возможностью выделения двумерных и трёхмерных опорных точек объекта;

б) скоростной ввод видеопотока для фильтрации элементов сцены по параметрам движения;

в) использование цвета для выделения элементов сцены;

г) соответствующие аппаратные коммуникационные компоненты для реализации быстрых алгоритмов преобразования и хранения признаков объекта;

д) наличие блоков памяти в виде набора SD-карт с последовательным и параллельным обменом.

Кроме того, необходимо наличие видеокамеры с параллельным вводом изображений, с высоким разрешением и хорошей оптикой для обеспечения работы системы с большой дальностью.

Выбор метода, используемого для обнаружения и идентификации объекта на изображениях, зависит от конкретных условий его применения. Например, с задачей распознавания лица человека в строго ограниченном коллективе легко справляется многослойная нейронная сеть. В то же время проблема обнаружения конкретного человека в толпе (с неопределенным составом) требует применения комбинированных методов, отсекающих случаев ложных тревог. В этом случае потребуется многоуровневая система, содержащая множество анализаторов, работающих в разных признаковых пространствах, с подсистемой принятия решений.

Ниже представлен обзор по существующим методам обнаружения и идентификации объектов изображения. В обзор включались только те методы, которые, по мнению авторов, наиболее широко используются в современных алгоритмах обнаружения.

При всем многообразии различных алгоритмов и методов распознавания изображений, типичный метод распознавания состоит из трех основных компонент:

- преобразование исходного изображения в стандартное представление;
- выделение основных характеристик;
- классификация.

Кроме этого, построение метода распознавания опирается на априорную информацию о предметной области (в данном случае - характеристики объекта) и корректируется экспериментальной информацией, появляющейся по ходу разработки алгоритмов.

В связи с этим особую значимость и научно-практический интерес представляет развитие мобильных средств экспресс- обнаружения и анализа чрезвычайных ситуации с помощью интеллектуальных методов регистрации, обработки и анализа видеoinформации, обес-

печивающих получение достоверной информации об требуемых объектах с использованием современных систем на кристалле и САПР на их основе.

Метод распознавания на основе триангуляционных сеток опорных точек

Метод обнаружения и распознавания объектов изображений на основе адаптивных триангуляционных сеток базируется на использовании пирамидально-рекурсивного поиска опорных точек.

Алгоритм распознавания. Предложенный алгоритм состоит из трех процессов: обучения, сохранения шаблонов в базе видеоданных.

Процесс формирования и хранения признаков объектов изображений происходит следующим образом (рис. 1):

Шаг 1. Преобразование изображения видео фрейма в полутоновое изображение.

Шаг 2. Применение к полутоновому изображению метода Виолы–Джонса для поиска области объекта.

Шаг 3. Уменьшение размера области ТС до 64×64 пикселей (нормализация).

Шаг 4. формирование к полученному на шаге 3 изображению триангуляционные сетки (регулярных и нерегулярных) признаков объектов (рис. 2).

Шаг 5. Сохранение извлеченных признаков в базе данных.

В процессе распознавания осуществляются шаги 1–4, затем на основе применения метода главных компонент происходит сокращение числа признаков и их сравнение с признаками, хранящимися в базе данных. Функциональная схема предложенного алгоритма представлена на рис. 3.

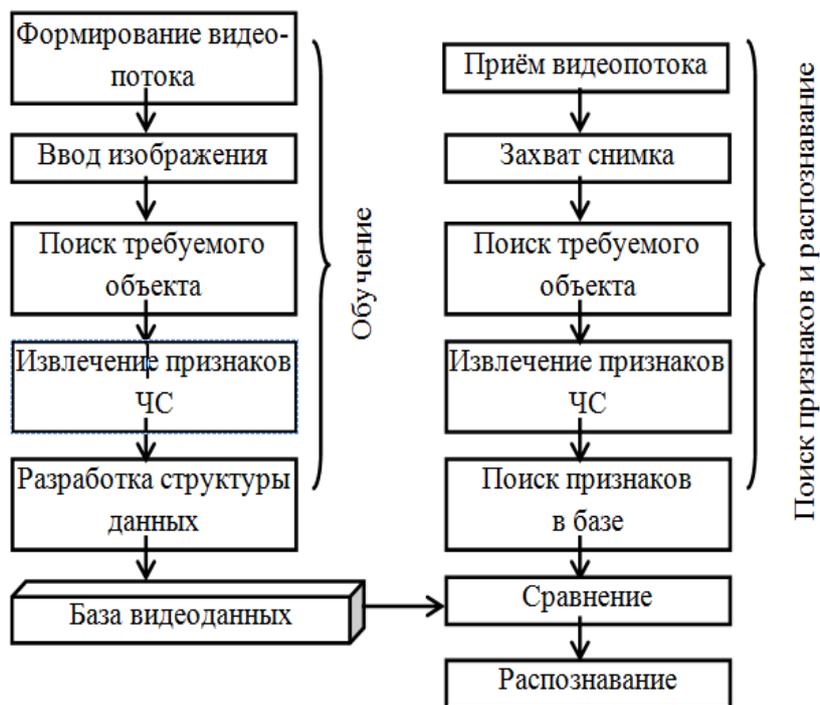


Рисунок 1 – Процессы обучения, поиска и распознавания МТС

Технологий распознавания с использованием современных ПЛИС

На кафедре САПР совместно с ОА «НИИТ» разработан новый макет на основе высокопроизводительной системы на кристалле, включающей быстродействующее процессорное ядро (Cyclone V) и ПЛИС, содержащее более 6-и миллионов вентилей на одном кристалле.

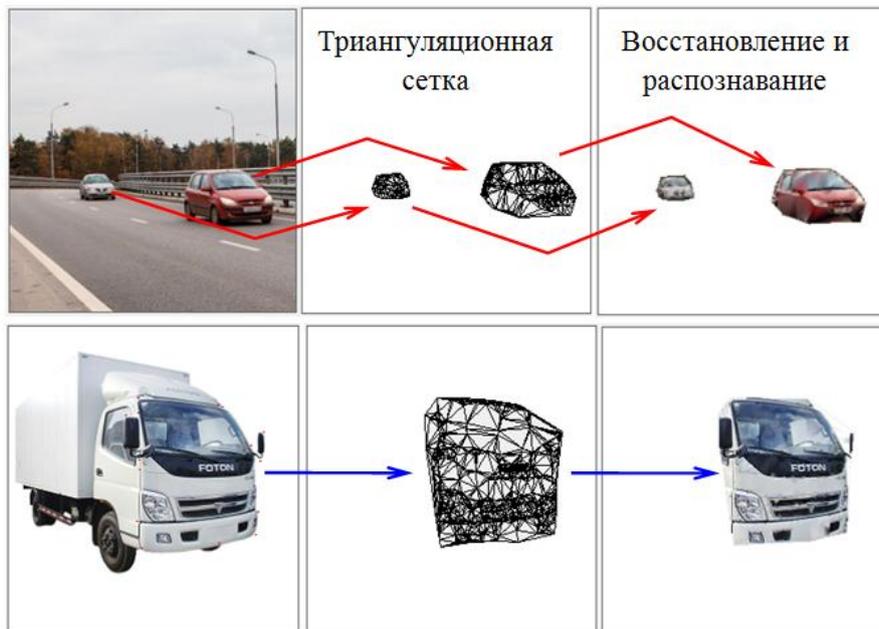


Рисунок 2 – Выделение ОТ объектов и восстановление по триангуляционной сетке

В процессе распознавания осуществляются шаги 1–4, затем на основе применения метода главных компонент происходит сокращение числа признаков и их сравнение с признаками, хранящимися в базе данных. Функциональная схема предложенного алгоритма представлена на рис. 3.

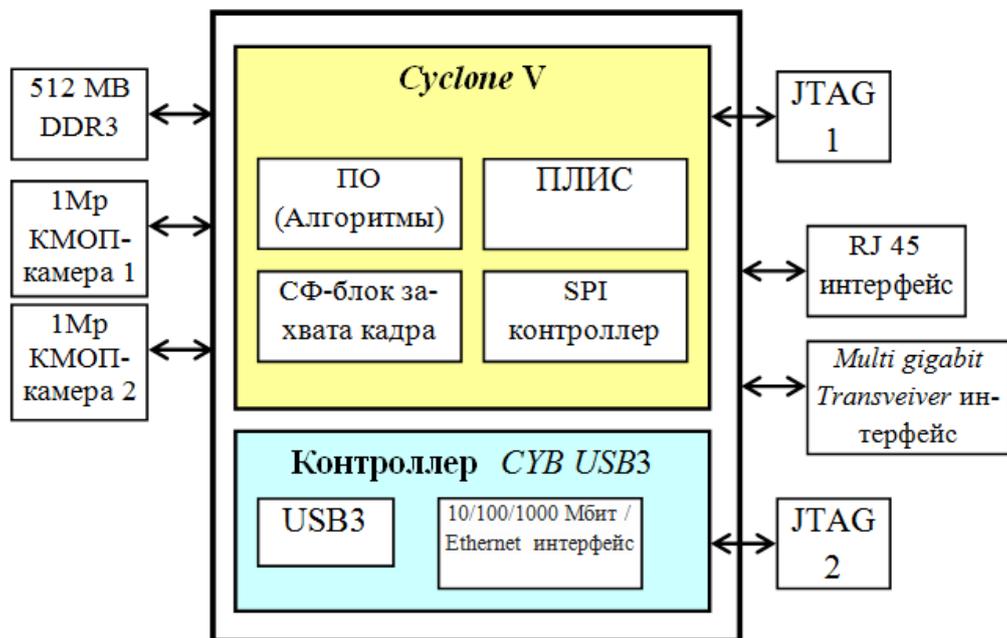


Рисунок 3 – Платформа проектирования видеосистем на кристалле

Численные эксперименты выполнены на основе базы изображений сотрудников кафедры САПР СПбГЭТУ «ЛЭТИ». База содержит 23 изображений сотрудников, по 20 изображений каждого лица. При формировании базы данных размер изображений и условия съемки были разными.

Платформа на базе *Cyclone V* предназначена для осуществления проектов и приложений, работающих с большими объемами видеоданных и требующих высокую пропускную способность обмена. Платформа имеет расширение с интегрированными трансиверами и контроллерами памяти и подходит для применения в промышленных, проводных и беспроводных системах анализа и распознавания объектов изображений.

Платформа включает два модуля (рис. 3): *Cyclone V* и Контроллер *CYB USB3* позволяющие в реальном времени приём, анализа и передачи видеоинформации. Исследование и реализация СФ-блоков в качестве компонентов многопроцессорных систем на кристалле возможно благодаря наличию:

- **ПЛИС FPGA:** Cyclone V, 49 К программируемых логических элементов, 3080 Kbits встроенной памяти, 1 контроллер Hard Memory; последовательная конфигурационная память EPCS64, на плате установлен USB Blaster (разъем USB3), поддержка JTAG и AS режимов конфигурирования;

- КМОП камера (С разрешением 1024x1024 пикселей изображения), которая имеет разрешение 1Mps;

- модуль предварительной обработки видеоинформации для решения задач распознавания;

- Встроенный комплект с ПЛИС *Cyclone V* общего назначения для разработки различных приложений, таких как кодирование и декодирование видео, обнаружение и, распознавание объектов, синтез и анализ комбинированных оптических (в т.ч. биомедицинских) сигналов нестационарных источников и т.д.;

- высокоскоростной интерфейс USB3 приемо-передачи видеоинформации и т. д.

Заключение

Современный подход к развитию интеллектуальных транспортных технологий распознавания образов должен обеспечивать выполнение полного маршрута системного проектирования. При этом необходимо параллельно создавать собственные библиотеки модулей с возможностью повторного использования СФ-блоков, специализированных для решения конкретных задач обучения, обнаружения и распознавания.

В заключение можно выделить следующие основные выводы:

- 1) решение проблем анализа и распознавания требуемых объектов изображений целесообразно выполнить на основе пирамидально-рекурсивного метода поиска и хранения опорных точек с использованием ПЛИС и современных САПР на их основе;

- 2) преимуществом библиотек СФ-блоков в составе видеосистем на кристалле является возможность автоматизированной разработки различных специализированных систем технического зрения на базе технологии «система на кристалле».

В заключение, следует отметить, что перечисленные методы и алгоритмы решения задач распознавания базируется на парадигме утверждений об априори качественном формируемом цифровом изображении в вычислителе. А в статье, на основе полученных результатов исследований, можно выдвигать новый подход к решению этих задач, не в вычислителе, а на этапе формирования видеоинформации в самом источнике базируясь, во-первых, на основах и принципах синтеза видеосистем на кристалле, предложенных в [8], во-вторых, с учётом новой аксиоматики теории информации, обозначенной в книге [9].

Список литературы

1. Ramya Rani R., Tejaswini M.L. Real Time, High Performance, RCE-NN Based Face Recognition System Using FPGA. Rani et al., International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering 5(1), January. 2015, pp. 486-489.

2. Santu Sardar, Gaurav Tewari, K. A. Babu, "A Hardware/Software Co-design model for Face Recognition using Cognimem Neural Network chip". 2011 International Conference on Image Information Processing (ICIP 2011).

3. N. Kouada and N. Matsui "On the function approximation in restricted coulomb energy neural network with gaussian radial basis function". 2011.
4. Chao Sui, Ngai Ming Kwok, Tianran Ren "A Restricted Coulomb Energy (RCE) Neural Network System for Hand Image Segmentation". 2011. Canadian Conference on Computer and Robot Vision.
5. Di Huang, Mohsen Ardabilian, Yunhong Wang, Liming Chen "Automatic Asymmetric 3D-2D Face Recognition", pp. 1225-1228. 2010. 20-th International Conference on Pattern Recognition (ICPR). 2010.
6. I.A. Kakadiaris, G. Passalis, G. Toderici, E. Efraty, P. Perakis, D. Chu, S. Shah, and T. Theoharis, "Face Recognition Using 3D Images" in Handbook of Face Recognition, S. Z. Li and A. K. Jain, Eds. Cambridge University Press. 2011, pp. 429-459.
7. Ngo H.T., R. Gottumukkal, and V.K. Asari. A flexible and efficient hardware architecture for real-time face recognition based on eigenface," *IEEE Computer Society Annual Symposium on VLSI: New Frontiers in VLSI Design (ISVLSI'05)*. 2005, pp. 280-281.
8. Адамов Д.Ю. Основные вопросы проектирования видеосистем на кристалле. // Вопросы радиоэлектроники. Сер. Техника телевидения. 2014. Вып. 2. С. 3-17.
9. Цыцулин А.К. Теория линейного кодирования зашумлённых сигналов // Вопросы радиоэлектроники. Сер. Техника телевидения. 2009. Вып. 2. С. 16-40.

УДК 656.012

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ УЛИЧНО-ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ МЕТОДАМИ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Турпищева Марина Семеновна – кандидат технических наук, профессор кафедры техники и технологии наземного транспорта

Джахьяева Светлана Борисовна – кандидат технических наук, доцент кафедры техники и технологии наземного транспорта

ФГБОУ ВО Астраханский государственный технический университет

Нургалиев Есбол Русланович – кандидат технических наук, доцент кафедры экономики и управления на водном транспорте ФГБОУ ВО Каспийский институт морского и речного транспорта

Аннотация. Рассматривается возможность использования средств имитационного моделирования для совершенствования организации дорожного движения. В качестве предмета исследования выступает оптимизация движения с помощью программного обеспечения для имитационного моделирования PTV Vision.

Ключевые слова: информационные технологии, улично-дорожное движение, имитационное моделирование, программный комплекс.

ANALYSIS OF THE STATUS AND ORGANIZATION OF THE HIGHWAY-TRAFFIC SIMULATION METHODS

Turpisheva Marina S. – PhD, Professor of the Department "Machinery and land transport technology"

Dzhahyaeva Svetlana B. – PhD, Astrakhan State Technical University, Assistant professor of the Department "Machinery and land transport technology",

Astrakhan State Technical University,

Nurgaliev Esbol R. – PhD, Caspian Institute of Maritime and River Transport, Astrakhan, Assistant professor of the Department "Economics and management in water transport"

Abstract. The ability to use simulation tools to improve traffic management. As a subject of research is the optimization of the movement with the help of software for simulation PTV Vision.

Keywords: information technology, traffic, street and road network, simulation, software package.

Перегруженность городских улиц, заторы, рост числа ДТП и другие факторы вызывают острую необходимость в реорганизации управления транспортными потоками. Однако даже самый грамотный менеджмент неэффективен без соответствующей оптимизации транспортных потоков, которая предусматривает анализ и оценку параметров, характеризующих дорожное движение [1].

Грамотная организация дорожного движения с использованием высоко технологичных технических средств, тщательная проработка маршрутов общественного транспорта, проектировка транспортных развязок с точно рассчитанными светофорными циклами – это наиболее рациональное и экономически эффективное направление развития улично-дорожной сети в городских условиях. Для реализации такого подхода необходим современный проектировочный аппарат, способный оперативно решать транспортные задачи в условиях быстрого изменения ключевых исходных данных [2].

Необходимость использования подобного аппарата вызывается наличием целого ряда транспортных проблем. Это особенно остро проявляется в условиях городов с исторически сложившейся застройкой. Увеличиваются транспортные задержки, образуются очереди и заторы, что вызывает снижение скорости сообщения, неоправданный перерасход топлива и повышенное изнашивание узлов и агрегатов транспортных средств. Обеспечение быстрого и безопасного движения в современных городах требует применения комплекса мероприятий архитектурно-планировочного и организационного характера.

К числу архитектурно-планировочных мероприятий относятся строительство новых и реконструкция существующих улиц, проездов и магистралей, строительство транспортных пересечений в разных уровнях, пешеходных тоннелей, объездных дорог вокруг городов для отвода транзитных транспортных потоков и так далее. Подобные мероприятия, как правило, являются чрезвычайно затратными, особенно в современных условиях оптимизации затрат муниципальных образований.

Организационные мероприятия способствуют упорядочению движения на уже существующей улично-дорожной сети (УДС). К числу таких мероприятий относятся введение одностороннего движения, кругового движения на перекрестках, организация пешеходных переходов и пешеходных зон, автомобильных стоянок, остановок общественного транспорта и другие. В ряде случаев организационные мероприятия выступают в роли единственного средства для решения транспортных проблем.

Любые работы по оптимизации УДС необходимо начинать с анализа и прогнозирования общей транспортной ситуации. Попытки сразу «расширять» только отдельные узкие места до проведения подобного анализа будут приводить к перемещению заторов с одного перекрестка к другому. В условиях ежедневных маятниковых миграций к месту работы преимущественно в центральную часть города из отдаленных спальных районов подобные мероприятия могут даже привести к транспортному коллапсу.

Следующим этапом является разработка проекта оптимальной логистической организации движения транспортного потока. Для реализации такого подхода необходим проектировочный аппарат. Одним из перспективных вариантов современного проектировочного аппарата является имитационное моделирование на базе программного продукта PTV VISUM [3]. Данный программный комплекс является инструментом оптимального транспортного планирования и прогнозирования для городов и регионов. Он подходит как для контроля над магистральной сетью города, так и для разработки комплексных транспортных схем генеральных планов городов.

Были проведены исследования одного из наиболее аварийных участков улично-дорожной сети города, включающего в себя перекрестки со светофорной сигнализацией, были заданы параметры улично-дорожной сети, такие как количество полос движения на перегоне и перекрестке, скоростной режим движения на перегоне и т.д. Проанализирована существующая схема организации дорожного движения, определены «узкие места» УДС. При помощи средств натурного эксперимента составлена картограмма интенсивности движения транспортных и пешеходных потоков, а также разработана ситуационная схема рассматриваемого участка. На основе собранного фактического материала составлены предложения по перераспределению транспортных потоков, по смене приоритетов движения на участке (переориентация направления главной дороги) и изменению светофорного регулирования. В то же время, расчеты дорожного движения для регулировки светофорной сигнализации без использования программных средств имитационного моделирования представляются затруднительными. Это вызвано отсутствием физической возможности перекрытия данного участка УДС для проведения натурного эксперимента, а также сложностью и присутствием множества допущений и поправочных коэффициентов, приводящих к погрешностям расчетов, при использовании стандартных средств и способов математического моделирования. Моделирование транспортных потоков в масштабах муниципального образования невозможно без комбинирования, симбиоза различных подходов и моделей [4].

Средства имитационного моделирования дорожного движения, такие как PTV Vision, как нельзя лучше подходят для апробации подобных предложений в тех случаях, когда отсутствует физическая возможность по верификации изменений, вносимых в УДС города.

Рассматриваемый участок смоделирован в программном комплексе PTV Vision VISUM, в результате чего получены данные, свидетельствующие о целесообразности внесения изменений в организацию дорожного движения на данном участке. Дополнительным преимуществом данного программного комплекса является визуализация транспортных потоков, позволяющая наглядно оценить качество мероприятий, повышающих безаварийность УДС.

Полученные данные показывают состоятельность использования данного программного продукта при моделировании дорожного движения, а также убеждают в необходимости масштабирования имитационной модели в пределах УДС всего города для более полной оценки организации движения.

Список литературы

1. Нургалиев Е.Р. Математическое моделирование автотранспортных пассажирских перевозок. [Текст] // LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG. 2012. 122 с.
2. Турпищева М.С., Нургалиев Е.Р. Моделирование системы логистических операций методами теории массового обслуживания. [Текст] / М.С. Турпищева, Е.Р. Нургалиев // Евразийский Союз Ученых (ЕСУ). Ежемесячный научный журнал. Москва. 2014. Часть 2. № 9 (17). С. 86-88.
3. Гудков В.А., Турпищева М.С., Нургалиев Е.Р. Математическое моделирование муниципальных автотранспортных пассажирских перевозок. [Текст] // Автотранспортное предприятие. 2010. № 4. С. 35-37.
4. Якимов М.Р. Транспортное планирование: создание транспортных моделей городов: монография. [Текст] // М.: Логос. 2013. 188 с.
5. Гудков В.А., Турпищева М.С., Нургалиев Е.Р. Логистические модели систем обработки грузовых контейнеров // Вестник Астраханского государственного технического университета. 2012. № 2 (54). С. 13-17.
6. Нургалиев Е.Р. Моделирование мультимодальных грузоперевозок на примере Астраханского водно-транспортного узла. [Текст] // Инновационное развитие транспортно-логистического комплекса Прикаспийского макрорегиона: материалы Международной

научно-практической конференции, 22 мая 2015 г., Астрахань. Издатель: Каспийский институт морского и речного транспорта - филиал ФГБОУ ВО "ВГУВТ". 2015. С. 116-121.

7. Турпищева М.С., Нурғалиев Е.Р. Моделирование совместной работы автомобильного и водного транспорта (на примере Астраханского портового узла). [Текст] // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. 2010. № 1. С. 49-54.

УДК 656.02

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ САМОНАСТРАИВАЮЩИХСЯ НЕЧЕТКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ О КОРРЕКТИРОВКЕ НАЗНАЧЕНИЙ ПЛАНА ФОРМИРОВАНИЯ ПОЕЗДОВ

Бадецкий Александр Петрович – кандидат технических наук, доцент кафедры логистики и коммерческой работы ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I

Медведь Оксана Анатольевна – кандидат технических наук, преподаватель Санкт-Петербургского техникума железнодорожного транспорта

Аннотация. В современных условиях работа по анализу изменений мощности вагонных струй и назначений плана формирования, и осуществление его корректировки целиком и полностью возлагается на плечи инженеров по плану формирования. В связи с этим особую актуальность представляет собой разработка методов и инструментов автоматической корректировки плана формирования поездов, что является важным шагом к переходу на адаптивный план формирования.

Ключевые слова: самонастраивающиеся нечеткие модели, адаптивная сеть на основе системы нечеткого вывода, пороговая мощность вагонопотока, нечеткие множества, план формирования поездов.

USE SELF-TUNING FUZZY MODELS FOR DECISION ON ADJUSTMENT ASSIGNMENT PLAN OF FORMATION OF TRAINS

Badetsky Alexander P. – PhD in Technical Science, lecturer of «Logistics and commercial work» Department, Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University

Medved Oksana A. – PhD in Technical Science, St. Petersburg Railway College

Abstract. In modern conditions of work on the analysis of changes in the power wagon jets and purposes the formation of the plan, and the implementation of its adjustment entirely rests on the shoulders of engineers to plan formation. In this connection special importance is the development of methods and tools for automatic correction of the plan of formation of trains, which is an important step in the transition to an adaptive plan formation.

Keywords: self-tuning fuzzy models, adaptive network fuzzy inference system, threshold power wagon flow, fuzzy sets, the plan of formation of trains.

В современных условиях интеллектуализации систем управления железнодорожным транспортом важное значение приобретает разработка таких систем, которые бы автоматизировали не рутинные функции оперативного и управленческого персонала, а процессы принятия ими решений, которые зачастую опираются не только на регламентирующие документы и инструкции, но и на опыт и выработанные эвристические

приемы. Оперативная корректировка плана формирования поездов (ПФП) является одним из таких процессов.

Знания, приобретенные в ходе многолетней практики управления, являются как явными и осознанными, так и неявными, неосознанными (как способность интуитивно «чувствовать» локомотив у машинистов, к примеру). Как правило, вторая часть знаний (неосознанная) является сложноформализуемой и проявляется только непосредственно в процессе управления. В этом случае задачу оперативной корректировки плана формирования поездов можно решить с помощью методов нечеткого моделирования [1].

Существует три способа построения нечетких моделей реальных систем:

- нечеткое моделирование на основе экспертных знаний о системе;
- построение самонастраивающихся нечетких моделей на основе измерений входов и выходов системы;
- построение самоорганизующихся и самонастраивающихся нечетких моделей на основе измерений входов и выходов.

Для решения поставленной задачи был разработан модуль оперативной корректировки плана формирования поездов, как часть многоагентной системы расчета адаптивного плана формирования поездов [2]. Его целью является принятие решений о корректировке отдельных назначений в условиях неравномерности вагонопотоков.

Каждому назначению присваивается отдельный агент принятия решений. Для проектирования агентов были выбраны нечеткие модели Такаги-Сугено (далее – TS-модели), реализующие отображение вида «ЕСЛИ (x есть A), ТО ($y = f(x)$)». Настройка параметров моделей производится на основании прогнозных данных – значений мощности вагонопотока и суток месяца, в которые он наблюдался. Выходом системы является решение о выделении струи в назначение плана формирования. Таким образом, агенты представляют собой TS-модели типа MISO (несколько входов – один выход). В процессе функционирования модель подстраивает параметры функций принадлежности входных переменных, минимизируя среднеквадратическую ошибку.

В разные месяцы мощность вагонопотока может колебаться в различных пределах. В этих условиях может возникнуть ситуация, когда область определения входной переменной будет меньше, чем фактические значения вагонопотока, что вызовет их попадание в зону нечувствительности модели и приведет к неверному решению. Следовательно, входные данные необходимо нормировать. Для этого могут использоваться два интервала – $[0;1]$ или $[-1;1]$. В первом случае данные нормируются относительно диапазона $[\min; \max]$, во втором – относительно какой-либо выбранной величины, обычно - среднего значения.

Входная переменная «мощность вагонопотока» нормируется относительно оптимального значения пороговой мощности вагонопотока на назначении $U_{нор}$ в условиях неравномерности:

$$U_{норм} = \frac{U - U_{нор}}{U_{\max} - U_{\min}}, \quad (1)$$

где U – фактическое значение мощности вагонопотока;

U_{\min} , U_{\max} – соответственно минимальное и максимальное месячное значение мощности вагонопотока.

$U_{нор}$ определяется как пересечение нечетких целей и ограничений [3]. Смысл этого значения заключается в том, что для любых значений U в любой момент времени можно однозначно определить, выделять ли вагонопоток в назначение плана формирования. В самом деле, если мощность вагонопотока находится выше этого значения, то она достаточна для выделения в назначение ПФП, если ниже – то нет. Все расчетные параметры ПФП – параметр накопления, экономия от преследования вагонами станции без переработки и сама по-

роговая мощность вагонопотока представляются нечеткими числами в виде, описанном в [4-5].

Структура TS-моделей агентов выглядит следующим образом (рис. 1).

Здесь область определения входной переменной «Период оперативной корректировки» условно разбита на шесть лингвистических термов, каждый из которых представляет собой период меньшей протяженности внутри месяца. Область определения второй входной переменной разбита на пять лингвистических термов: «ННП – намного ниже порогового значения», «НП – ниже порогового значения», «БП – близко к пороговому значению», «ВП – выше порогового значения» и «НВП – намного выше порогового значения». Выходная переменная «Решение о корректировке» представлена тремя лингвистическими термами – «ПП – пустить в переработку», «БИ – оставить без изменения», «ВН – выделить в назначение плана формирования».

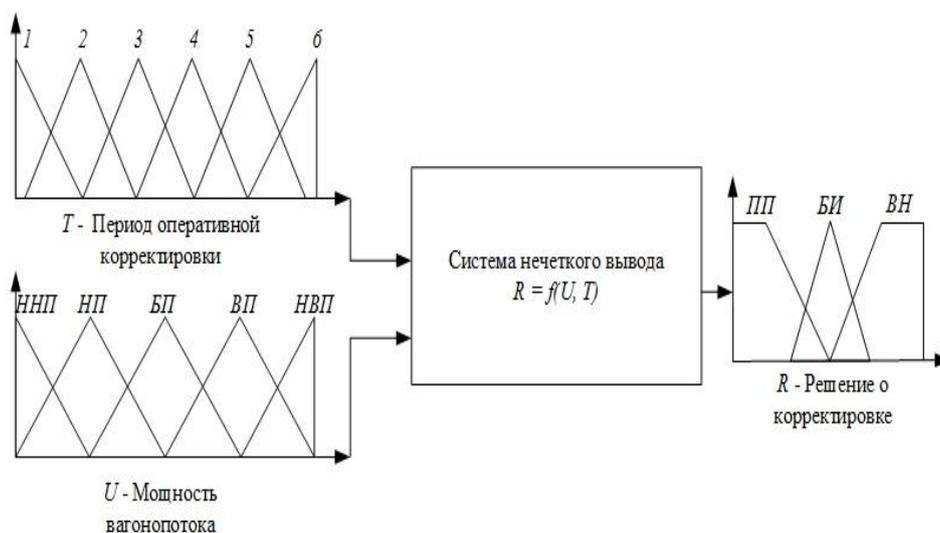


Рисунок 1 – Структура TS-моделей агентов принятия решений

TS-модель преобразуется в нейронечеткую сеть (ANFIS – адаптивная сеть на основе системы нечеткого вывода), и в процессе обучения настраивает параметры термов переменных и формирует базу правил нечеткого вывода. Для демонстрации функционирования модели был поставлен эксперимент в системы инженерных расчетов MatLab с использованием пакета расширения Neuro-Fuzzy Designer. Обучение проводилось на реальных данных. Продолжительность обучения – 300 эпох, метод обучения – гибридный. Ошибка обучения сети составила $2,76 \times 10^{-7}$ (рис. 2).

Структура сети ANFIS представлена на рис. 3. Результирующая функция принадлежности (поверхность модели) представлена на рис. 4. Количество правил в базе равно 30.

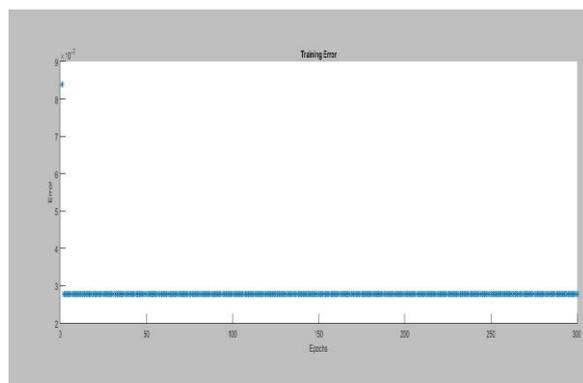


Рисунок 2 – График обучения сети

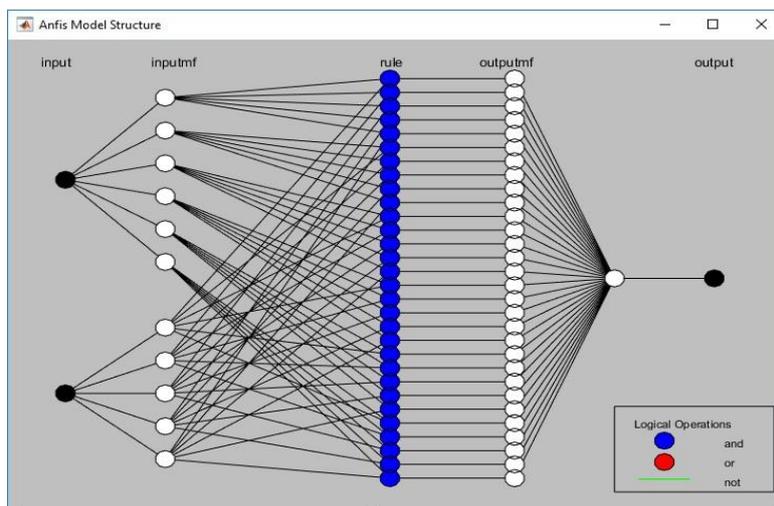


Рисунок 3 – Структура нейронечеткой сети TS-модели

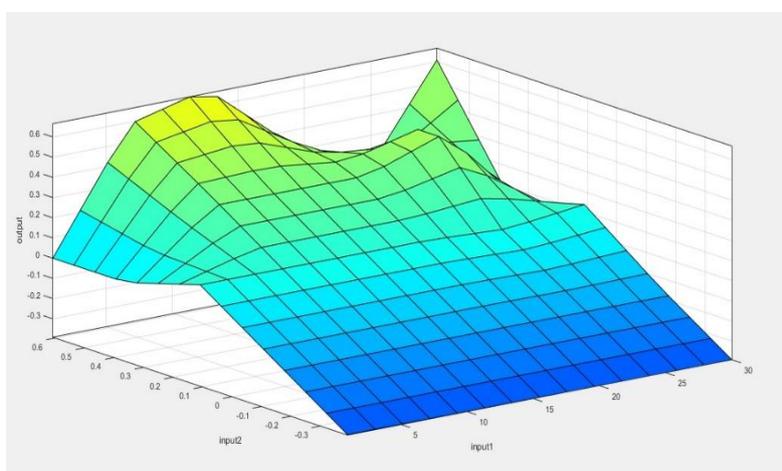


Рисунок 4 – Результирующая функция принадлежности модели

Адекватность модели была проверена на данных за последующие четыре месяца. Максимальная ошибка аппроксимации составила 11%, средняя – 6,54%.

Список литературы

1. Бадецкий А.П. Интеллектуальная система поддержки принятия решений о корректировке отдельных назначений плана формирования поездов // ИнтеллектТранс-2013: материалы III Международной научно-практической конференции. СПб.: ПГУПС. 2013. С. 195-200.
2. Осьминин А.Т., Бадецкий А.П. Многоагентная система расчета адаптивного плана формирования поездов // ИСУЖТ-2015: материалы IV Научно-технической конференции с международным участием. М.: МГУПС. 2015. С. 61-65.
3. Бадецкий А.П. Метод адаптации плана формирования поездов к суточной неравномерности вагонопотоков. Автореферат дисс. ... кандидата технических наук: 05.22.08 // Петербургский государственный университет путей сообщения. Санкт-Петербург. 2013.
4. Бадецкий А.П. Влияние колебаний вагонопотока на параметр накопления // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2014: материалы II Международной научно-практической конференции. СПб.: ИПТ РАН. 2014. С. 191-195.
5. Бадецкий А.П. Разработка расчетных вагонопотоков плана формирования поездов с учетом их неравномерности // Вестник транспорта Поволжья. 2013. Вып. 3. С. 53-60.

УЧЕТ ВНУТРИЧАСОВОЙ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ МНОГОПРОГРАММНОГО СВЕТОФОРНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ НА ПЕРЕКРЕСТКАХ

Кашталинский Александр Сергеевич – преподаватель кафедры организации и безопасности движения

Петров Валерий Васильевич – кандидат технических наук, доцент кафедры организации и безопасности движения

ФГБОУ ВО Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия

Аннотация. Обоснована актуальность применения многопрограммного светофорного регулирования на перекрестках и учет внутричасовой неравномерности формирования транспортных потоков с целью повышения транспортной эффективности регулируемых пересечений.

Предложены рекомендации по учету внутричасовой неравномерности транспортного потока при определении параметров режимов многопрограммного регулирования на перекрестках. Проведен анализ эффективности применения предложенных рекомендаций.

Ключевые слова: транспортный поток, внутричасовая неравномерность, светофорное регулирование, многопрограммное регулирование, транспортная задержка.

ACCOUNTING OF TRAFFIC TIME UNEVENNESS DURING MULTIPROGRAM CONTROL ORGANIZATION ON SIGNALIZED INTERSECTIONS

Kashtalinsky Alexander S. – lecturer of Department «Traffic organization and safety»

Petrov Valery V. – Candidate of technical sciences, Associate Professor of Department «Traffic Organization and Safety»

Siberian State Automobile and Highway Academy

Abstract. Actuality of multiprogram signal control application and accounting of hour unevenness of traffic flows forming was justified for improving of signalized intersections transport efficiency.

Recommendations on accounting of traffic flows hour unevenness was proposed when determining the parameters of multiprogram control modes on signalized intersections. The analysis of proposed recommendations effectiveness was performed.

Keywords: traffic flow, hour unevenness, signal control, multiprogram control, traffic delay.

На современном этапе развития транспортной системы Российской Федерации наиболее распространенным методом обеспечения безопасности движения на перекрестках по-прежнему является применение светофорного регулирования. Поэтому функционирование транспортных систем крупных городов и уровень их удобства определяются эффективностью работы светофорных объектов на пересечениях.

В настоящий момент на большинстве перекрестков, работающих в локальном режиме, зачастую используется одна сигнальная программа (СП) в течение суток и в лучшем случае – от двух до четырех программ, что не отвечает современным требованиям эффективной эксплуатации автомобильного транспорта. Однопрограммное регулирование ориентировано на удовлетворение 80% спроса на движение через перекрестки в часы-пик [1]. Поэтому в периоды наибольшей загрузки перекрестков использование неоптимальной СП приводит к

росту очередей и даже возникновению заторов, а в межпиковый период – к неоправданно высоким задержкам, которых можно было бы избежать при использовании СП с меньшей длительностью цикла.

Недостатки широко применяемого жесткого однопрограммного регулирования устраняются использованием жесткого многопрограммного регулирования. Оно заключается в назначении моментов смены режимов светофорного регулирования в течение суток, недели и года в зависимости от величины транспортных потоков (ТП) и их распределения по направлениям движения на перекрестке в течение указанных периодов. Применение многопрограммного регулирования позволяет учесть временную неравномерность ТП. Оно малозатратно, быстрореализуемо и позволяет снизить задержки транспорта на перекрестках на величину от 10 до 35% в течение суток по сравнению с однопрограммным регулированием [2]. Однако каких-либо рекомендаций по определению параметров режимов многопрограммного регулирования, моментов смены и продолжительности их работы в российской практике не существует и практически не используется.

Другой проблемой является наличие неравномерности в движении транспортных средств (ТС) в течение периодов работы СП, которую будем называть внутрисуточной неравномерностью (ВЧН) ТП. Негативное проявление ВЧН заключается в наличии интервалов продолжительностью 15-30 минут, в течение которых наблюдаются максимальные (особенно в часы-пик) значения интенсивностей ТП, что приводит к быстрому росту очередей и значительному увеличению задержек в зоне перекрестков.

Учет показателей ВЧН ТП при назначении параметров многопрограммного светофорного регулирования на изолированных перекрестках позволяет повысить эффективность их функционирования за счет снижения транспортных задержек.

В связи с изложенным, целью данной работы является разработка мероприятий, направленных на учет ВЧН формирования ТП при определении параметров режимов многопрограммного регулирования, позволяющего повысить эффективность функционирования регулируемых пересечений.

Для достижения поставленной цели решаются задачи:

1. Определение характеристик ВЧН ТП и анализа факторов, оказывающих влияние на формирование неравномерности ТП.
2. Обоснование рекомендаций по учету ВЧН ТП при определении параметров режимов многопрограммного светофорного регулирования.
3. Обоснование универсального критерия и анализ эффективности рекомендаций по назначению параметров режимов светофорного регулирования с учетом ВЧН ТП.

Изменение интенсивности движения на регулируемых направлениях в течение периода работы СП можно представить в виде стационарного аддитивного процесса:

$$\lambda = \lambda_{det} + \lambda_{var}, \quad (1)$$

где λ_{det} – постоянная составляющая интенсивности, λ_{var} – случайная составляющая интенсивности.

Таким образом, постоянная составляющая интенсивности λ_{det} представляет собой некое среднее значение интенсивности движения для рассматриваемого промежутка времени суток, а составляющая λ_{var} является случайной величиной с нормальным распределением и математическим ожиданием $M(\lambda_{var})=0$, предельные значения которой ограничены в зависимости от величины λ_{det} . Таким образом, можно говорить, что величина случайной составляющей λ_{var} характеризует ВЧН ТП.

Учет ВЧН ТП заключается в создании резерва времени горения разрешающего сигнала для обеспечения пропуска ТС, провоцирующих неучтенную дополнительную загрузку, проявляющуюся неравномерность движения. Для этого при определении временных парамет-

ров СП в расчетных значениях интенсивности движения необходимо учитывать добавочные значения интенсивности такой величины, которая обеспечивала бы учет до 85% внутрисуточных отклонений интенсивности ТП при эксплуатации светофорных объектов.

Для составления перечня рекомендаций по учету ВЧН ТП при определении параметров режимов многопрограммного регулирования проведено соответствующее экспериментальное исследование, выполнен обширный многофакторный эксперимент, позволивший определить интенсивности движения транспорта в районе регулируемых перекрестков в крупных городах РФ (Москва, Санкт-Петербург, Новосибирск, Омск, Хабаровск и др.).

В качестве показателя ВЧН использовалось среднее линейное отклонение количества ТС, прошедших в течение пятиминутных интервалов от средней часовой интенсивности [3]:

$$\Delta\lambda_j = \frac{\sum_{i=1}^{12} |k \cdot \lambda_i^{5\text{мин}} - \lambda_j^{\text{час}}|}{12}, \text{ ед./ч}, \quad (2)$$

где $\Delta\lambda_j$ – показатель неравномерности ТП для j -го часового периода, ед./ч; $\lambda_i^{5\text{мин}}$ – количество ТС, проехавших за i -ый 5-ти минутный интервал j -го часового периода, ед./ч; $\lambda_j^{\text{час}}$ – часовая интенсивность ТП в течение j -го часового периода; ед./ч; k – коэффициент приведения интенсивности движения за 5-ти минутный интервал к часовой интенсивности, $k=12$.

На основании экспериментальных данных было установлено, что величина среднего отклонения интенсивности движения $\Delta\lambda$ зависит от величины интенсивности движения λ , количества полос n и доли c количества легковых автомобилей в составе ТП. В результате была получена следующая зависимость показателя ВЧН:

$$\Delta\lambda = -56,016 + 0,1683\lambda + 228,915l + 17,265n + 0,035\lambda c + 0,011\lambda n - 22,048cn - 0,00014\lambda^2 - 154,625c^2 - 1,798n^2. \quad (3)$$

Где λ – удельная интенсивность движения, ед./ч.; c – доля легковых автомобилей в транспортном потоке, n – количество полос движения на подходе.

На рис. 1 представлена графическая интерпретация выражения (3).

При определении режимов светофорного регулирования необходимо производить учет флуктуации интенсивности движения, которые могут иметь место в течение периода включения СП с помощью показателя ВЧН $\Delta\lambda$. Для этого в расчетной величине интенсивности движения учитывается значение этого показателя [3]:

$$\lambda_{\text{расч}} = \lambda_{\text{изм}} + \Delta\lambda, \quad (4)$$

где $\lambda_{\text{расч}}$ – расчетная удельная интенсивность движения, ед./ч; $\lambda_{\text{изм}}$ – измеренная удельная интенсивность движения, ед./ч; $\Delta\lambda$ – показатель ВЧН, ед./ч

На основании полученных данных была предложена реализация многопрограммного регулирования с назначением смены 8-ми СП для рабочих дней. Применение представленного варианта многопрограммного регулирования не подразумевает изменения пофазной организации движения на перекрестке в течение суток, только длительностей цикла и фаз, которые являются оптимальными для каждого из стационарных периодов. Расчет длительности цикла и фаз производился в соответствии с методиками, изложенными в [1,2].

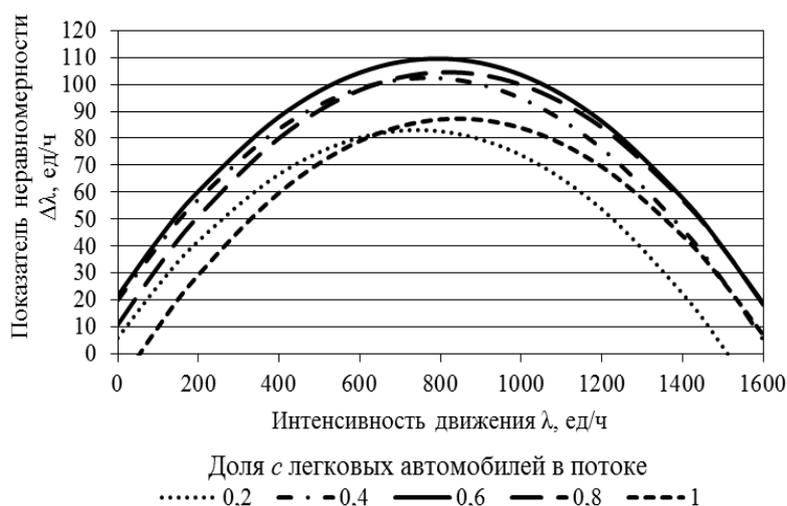


Рисунок 1 – Зависимость отклонения $\Delta\lambda$ от величины интенсивности движения λ и доли с легкового транспорта в потоке при числе полос $n=3$

Для анализа эффективности предложенного варианта многопрограммного регулирования на перекрестке произведен расчет уровня задержек на регулируемых направлениях в течение суток. Транспортная задержка определялась с помощью аналитической модели, предложенной в работах [5].

Графики изменения суммарной задержки на перекрестке строились с 15-ти минутным интервалом в течение суток для существующего однопрограммного и предлагаемого многопрограммного регулирования, они представлены на рис. 2.

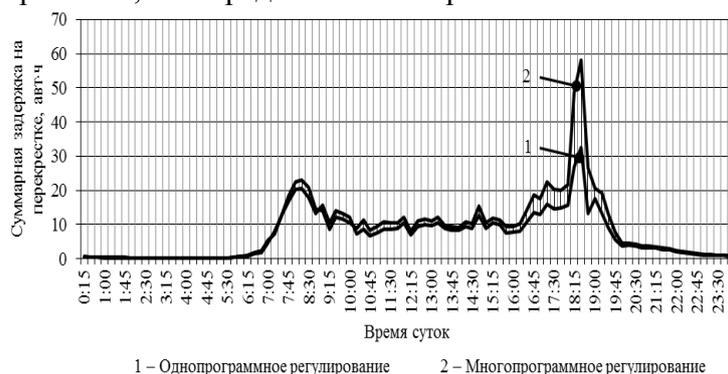


Рисунок 2 – Сравнение задержки в течение суток на перекрестке для существующего однопрограммного и предлагаемого многопрограммного регулирования

Из него видно, что применение многопрограммного регулирования в периоды наибольшей загрузки позволяет снизить задержку транспорта на перекрестке почти в 2 раза.

В целом, применение предлагаемого варианта многопрограммного регулирования для рассматриваемого перекрестка позволит снизить суммарную задержку на перекрестке на величину до 20%.

Таким образом, применение многопрограммного регулирования на перекрестках, учитывающего, в том числе, ВЧН ТП, позволяет увеличить транспортную эффективность перекрестков на величину 10-28%.

Список источников

1. Кременец Ю.А., Печерский М.П., Афанасьев М.Б. Технические средства организации дорожного движения. – М.: ИКЦ «Академкнига». 2005. 279 с.

2. Петров В.В. Управление движением транспортных потоков в городах: Монография – Омск: Изд. СибАДИ. 2007. 92 с.
3. Кашталинский А.С., Петров В.В. Расчет параметров светофорного регулирования с учетом неравномерности движения транспортных потоков // Развитие дорожно-транспортного и строительного комплексов и освоение стратегически важных территорий Сибири и Арктики: вклад науки: материалы Международ. науч.практич. конф. – Омск: СибАДИ. 2014. Кн. 1. С. 254-256.
4. Кашталинский А.С., Петров В.В. Влияние дорожно-транспортных факторов на неравномерность транспортных потоков в городах // Вестник ИрГТУ. 2016. № 1 (108). С. 116-123.
5. Highway Capacity Manual // TRB, Washington, DC. 2000. 1134 p.

УДК 656.13

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМИ ПОТОКАМИ НА ПЕРЕКРЕСТКАХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ МЕГАПОЛИСА

***Козьмовский Дмитрий Васильевич** – кандидат технических наук, старший научный сотрудник ФГБУН Институт проблем транспорта имени Н.С. Соломенко Российской академии наук*

***Чудаков Олег Евгеньевич** – доктор технических наук, профессор кафедры специальных информационных технологий Санкт-Петербургского университета МВД России*

Аннотация. Описана технология моделирования управления потоками автомобилей на перекрестке с использованием современных средств имитационного моделирования.

Ключевые слова: пешеходный переход, перекресток, модель, поток автомобилей, управление потоком, имитационная модель, функция управления.

SIMULATION MODELING OF TRAFFIC CONTROL AT INTERSECTIONS METROPOLIS ROAD ROADS

Koz'movskij Dmitrij V. – PhD, Senior Researcher, Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences

Chudakov Oleg E. – Doctor of Technical Sciences, Professor of Department of Special Information Technology, St. Petersburg University of the Russian Interior Ministry

Abstract. Describes the modeling of flow vehicles control at crossroads with modern simulation techniques.

Keywords: crosswalk, crossroads, model, vehicles flow, flow control, simulation model, the control function.

Активный рост количества автомобилей остро ставит проблему организации транспортных потоков. Ряд работ [1,2] для решения этой проблемы проводит исследования в поиске оптимальных дистанций между транспортными средствами и подбором скоростей.

В работе [3] предлагается решение на основе расширенных возможностей навигационной системы. Тем не менее, актуально рассмотреть проблему минимизации «пробок» на перекрестках. Более того, во многих случаях даже параметры работы светофоров на пешеходных переходах могут создать длинную очередь автомобилей. Как показывает практика, интенсивность потоков автомашин с разных направлений изменяется в

зависимости от времени суток, что ставит задачу адаптации функционирования светофоров в различные временные отрезки. Если рассматривать в качестве основного показателя эффективности управления потоками на перекрестке длину очереди автомашин, то задача оптимизации управления потоками на перекрестке в общем виде может быть представлена следующим выражением:

$$U = f(L), \quad (1)$$

где U – параметры управления потоками (режимами работы светофоров) на перекрестке;

L – параметр, определяющий либо длину очереди, либо время проезда перекрестка;

f – некоторая функция, связывающая зависимость параметров управления от параметров потоков, пересекающих перекресток.

Необходимо отметить, что конкретный вид функции зависит от целого ряда факторов и условий функционирования перекрестка, поэтому вполне возможно, что для различных видов перекрестков данная функция может иметь различное конкретное выражение.

Бесспорно одно: задание параметров управления потоками на перекрестках должно соответствовать ожидаемым потокам. Поскольку потоки автомашин имеют свойство изменяться во времени, то целесообразно разработать механизм адаптации параметров управления потоками.

Для оценки возможности решения поставленной задачи воспользуемся современными средствами имитационного моделирования на основе пакета AnyLogic (дискретно-событийное моделирование), который достаточно широко применяется во многих сферах деятельности [4,5].

Данный пакет предоставляет достаточно большой набор готовых визуальных компонентов для построения имитационной модели.

Для простоты анализа рассмотрим простую модель дороги с пешеходным переходом. Будем моделировать движение в одном ряду в каждом направлении. Управление потоками в данном случае осуществляется простым светофором. Также для упрощения модели будем рассматривать светофор с двумя сигналами: красным и зеленым.

Структура имитационной модели такой дороги, построенная средствами AnyLogic, показана на приведенном ниже рисунке 1.

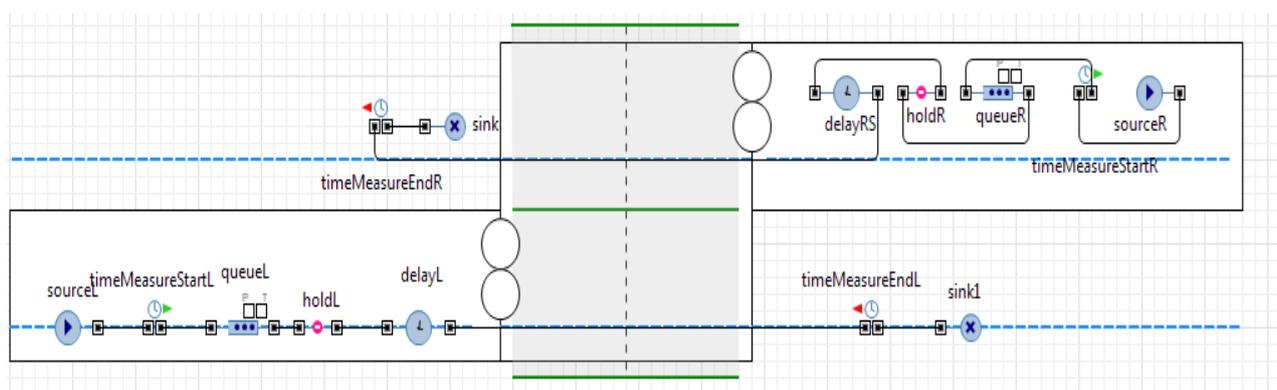


Рисунок 1 – Структура имитационной модели

В данной модели использованы следующие стандартные компоненты пакета AnyLogic (Таблица 2).

В качестве параметров управления потоками выберем время работы зеленого сигнала светофора ($Tз$) и времени работы красного сигнала светофора ($Tк$). В качестве переменных

для управления интенсивностью потоков слева и справа введем соответствующие переменные модели: Int_L, Int_R, соответственно.

Таблица 2 – Элементы, используемые в модели

Наименование элемента	Назначение элемента в применении к исследуемой задаче
Source	источник, генерирующий поток автомобилей с заданной интенсивностью
Queue	очередь, в которой хранится поток автомобилей, прибывших на перекресток
Hold	остановка, не пропускает поток автомобилей при красном сигнале светофора
Delay	задержка, характеризующая время проезда автомобилем перекрестка
Sink	элемент, прекращающий движение автомобиля после проезда перекрестка
TimeMeasureStart	элемент, фиксирующий время подъезда автомобиля на перекресток
TimeMeasureEnd	элемент, фиксирующий момент окончания проезда автомобилем перекрестка и формирующий статистику по времени проезда перекрестка



Рисунок 2 – Вид экрана модели со средствами управления и отображения

Для управления этими параметрами при моделировании предусмотрим соответствующие органы управления модели в виде «бегунков». Предусмотрим также ряд гистограмм и временных графиков для наглядного представления процессов управления перекрестком. В результате, имитационная модель будет иметь вид, показанный на рисунке 3.

На приведенном рисунке показаны:

- панель с управляющими элементами для изменения параметров работы светофора;
- панель для изменения интенсивности потоков автомашин слева и справа;
- гистограммы распределения среднего времени проезда перехода слева и справа;
- диаграммы, отражающие среднее время проезда перекрестка слева и справа;
- диаграммы, отражающие среднее количество автомобилей в очереди слева и справа;
- временные графики, показывающие динамику изменения длины очереди и средней длины очереди слева и справа;
- график изменения длительности работы зеленого света светофора.

На рисунке 3 показано состояние модели при красном свете светофора. Очевидно, что при заданной интенсивности движения автомобилей слева (10 ав/мин) слева текущая очередь 3 автомобиля, а средняя очередь за цикл работы светофора меньше 1 (0.6). Справа интенсивность появления автомобилей 5 ав/мин, что при заданном времени включения зеленого светофора не приводит к накоплению очереди автомобилей справа (в текущей очереди при красном светофоре 1 автомобиль).



Рисунок 3 – Светофор закрыт для движения автомобилей

Состояние полос движения при зеленом свете светофора показано на приведенном ниже рисунке 4. Из рисунка видно, что для заданных интенсивностях потоков автомобилей слева и справа очереди не образуются.

Теперь увеличим интенсивность потока автомобилей слева до 30 ав/мин. Через небольшой промежуток времени наблюдается очередь автомобилей слева даже при зеленом свете светофора, при этом, как только среднее значение очереди автомобилей слева изменилось более чем на 1, автоматически увеличилось время работы зеленого светофора на 10 сек. (стало 40 сек).

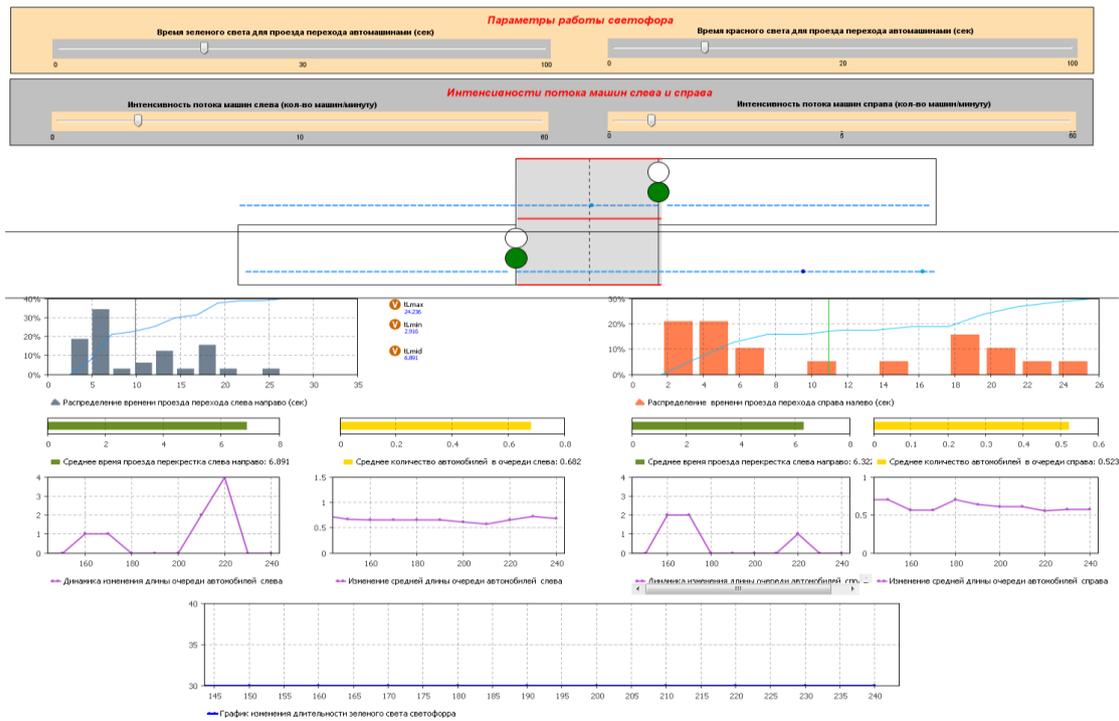


Рисунок 4 – Светофор открыт

Из следующего рисунка 5 видно, что при красном свете светофора слева накапливается очередь, хотя время работы светофора увеличилось на 10 секунд.

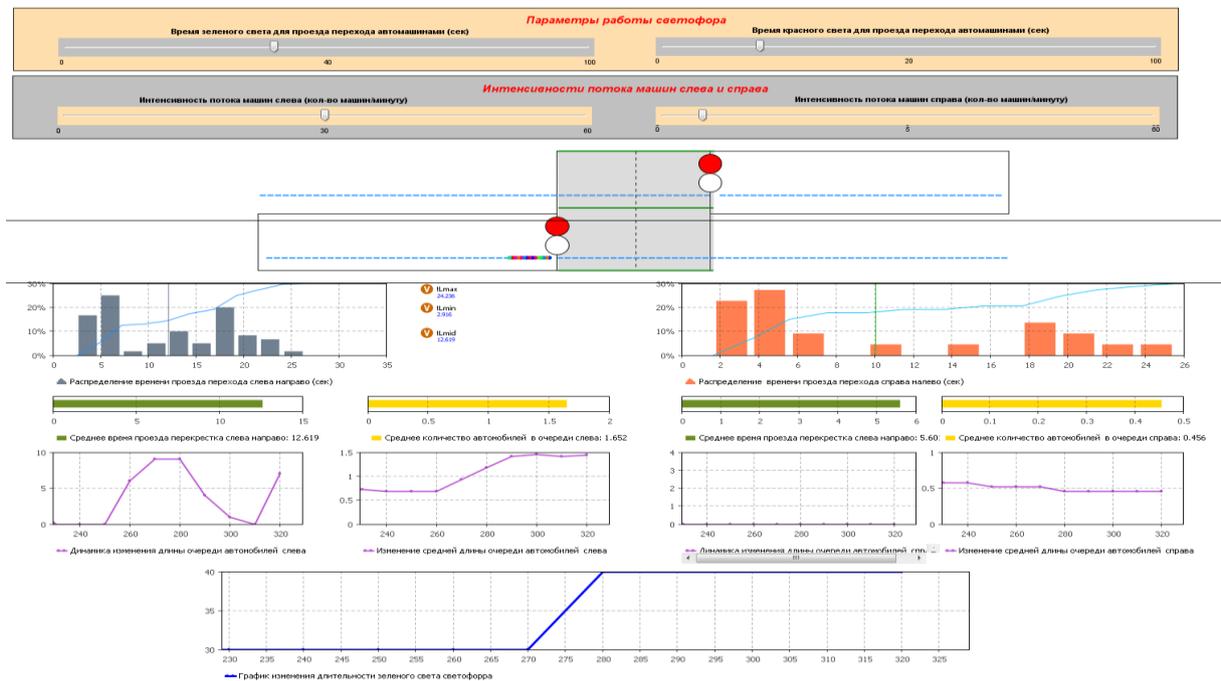


Рисунок 5 – Светофор закрыт, идет накопление очереди слева

Дальнейшее моделирование показывает, что очередь продолжает расти, растет и время работы зеленого светофора (рис. 6).

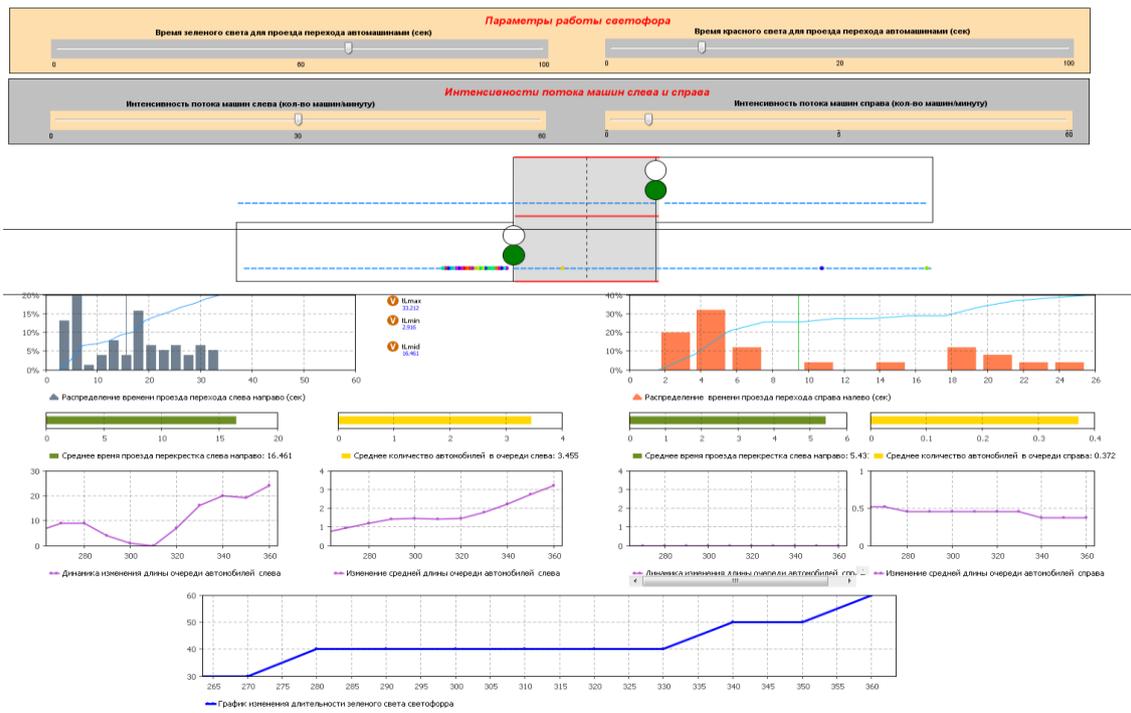


Рисунок 6 – Светофор открыт, время работы светофора увеличивается

При заданной интенсивности время работы зеленого светофора увеличилось до 100 сек., после чего вручную изменена интенсивность потока справа. Результат работы системы управления перекрестком показан на рисунке 7.

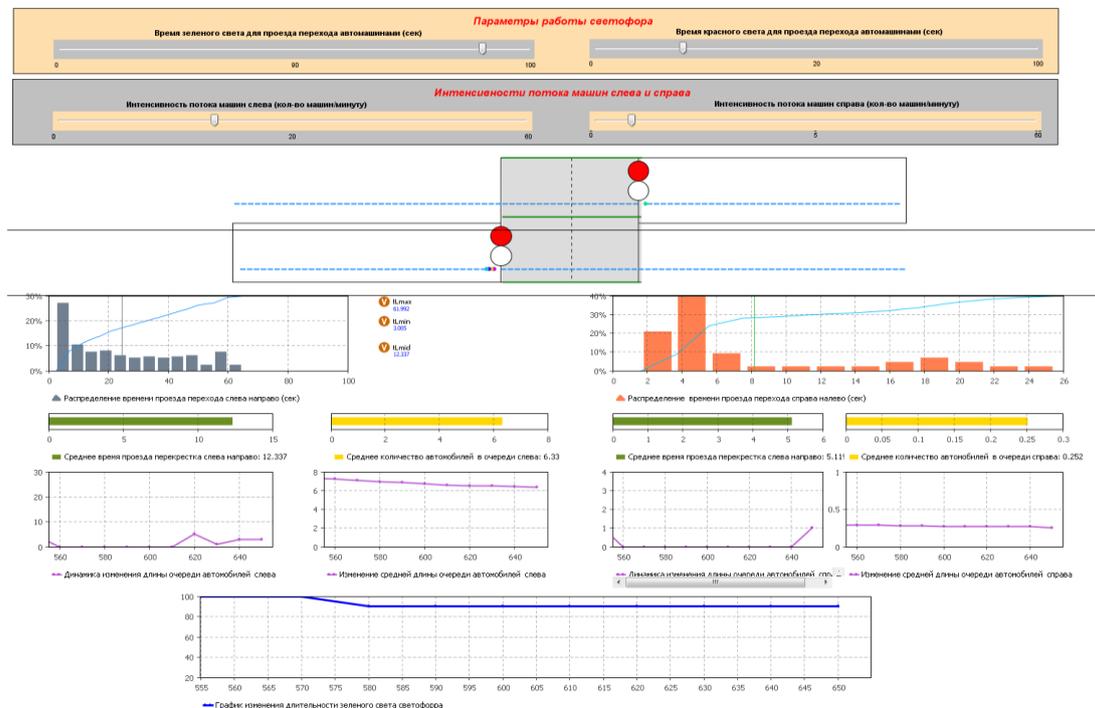


Рисунок 7 – Параметры модели при уменьшении интенсивности потока слева до 20 ав/мин

Таким образом, при уменьшении интенсивности потока время работы зеленого света светофора начинает уменьшаться. В зависимости от интенсивности потока изменяется время работы светофора до тех пор, пока не будет обеспечено полное отсутствие очереди при зеле-

ном свете светофора. В конечном итоге автоматическое управление светом светофора обеспечивает колебание времени работы зеленого света, которое будет обеспечивать сведение текущей очереди при зеленом свете светофора к нулю.

Таким образом, при уменьшении интенсивности потока время работы зеленого света светофора начинает уменьшаться. В зависимости от интенсивности потока изменяется время работы светофора до тех пор, пока не будет обеспечено полное отсутствие очереди при зеленом свете светофора. В конечном итоге автоматическое управление светом светофора обеспечивает колебание времени работы зеленого света, которое будет обеспечивать сведение текущей очереди при зеленом свете светофора к нулю.

Для приведенного примера с интенсивностью 20 ав/мин слева устоявшимся режимом является $T_3=60$ с. (при $T_k=20$ сек.), при котором среднее значение количества автомобилей в очереди слева (за цикл) равно 4 (при красном свете оно может быть больше) (рис. 8).

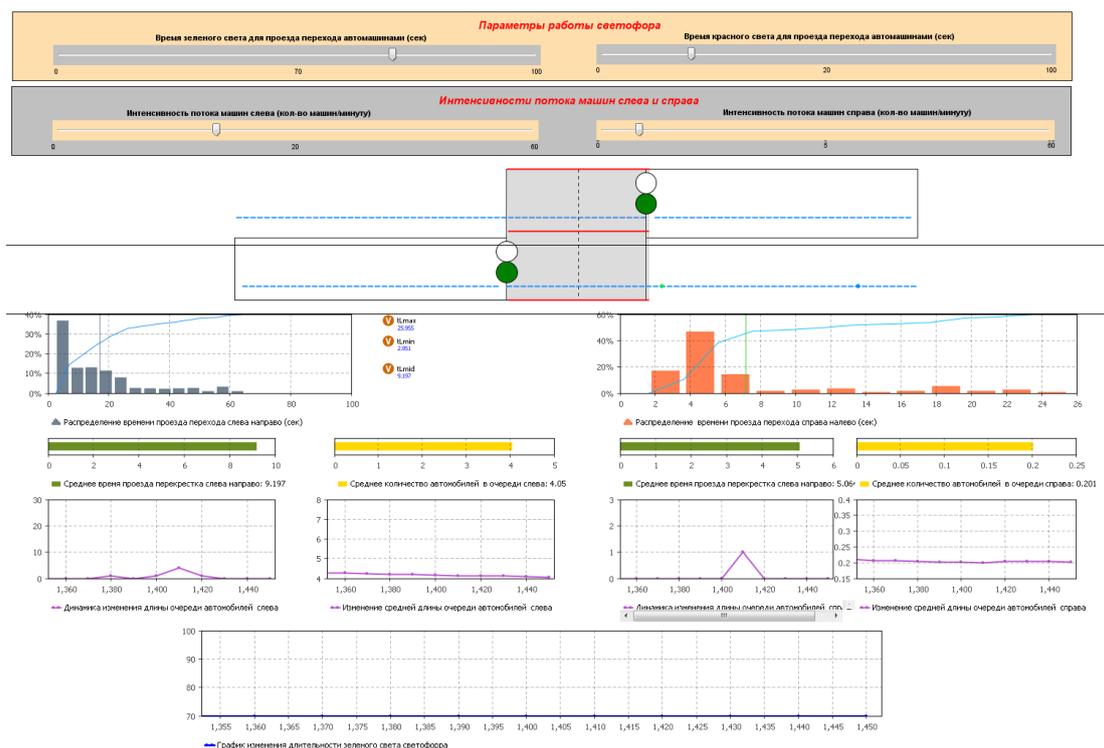


Рисунок 8 – Установившийся режим работы светофора при интенсивности потока слева 20 ав/мин. и $T_k=20$ сек

В приведенном выше примере с использованием имитационной модели проезда пешеходного перехода на двух полосной дороге с одной полосой в каждом направлении в качестве управляющего параметра выбрано время включения зеленого света для минимизации средней длины очереди потока автомашин.

В этом случае расчет времени работы зеленого света светофора изменялось дискретно на 10 сек. При изменении средней длины очереди больше, чем на 1. Математическая формула (реализация формулы 1) для управления режимом работы зеленого света приведена ниже

$$T_3 = T_3 + 10 * \left[\frac{L_{Тек}}{L_{пред}} \right], \quad (2)$$

где $L_{Тек}$ - текущая длина очереди;

$L_{Tпред}$ - длина очереди при предыдущем ее изменении больше,

чем на 1;

[] – знак целой части от результата деления.

Формула (2) представляет собой наиболее простую модель реализации функции управления потоками на пешеходном переходе. Конечно, в ней должны быть учтены минимальные и максимальные ограничения по времени работы зеленого и красного света с учетом конкретных особенностей перекрестка.

Необходимо также отметить, что для каждого вида перекрестка требуется разработка своей имитационной модели и функции управления.

Пример имитационной модели с тремя отдельными потоками в каждом направлении показан на рисунке 9. Данная модель является упрощенной начальной моделью для дальнейшего усложнения и построения реальной модели такого перекрестка.

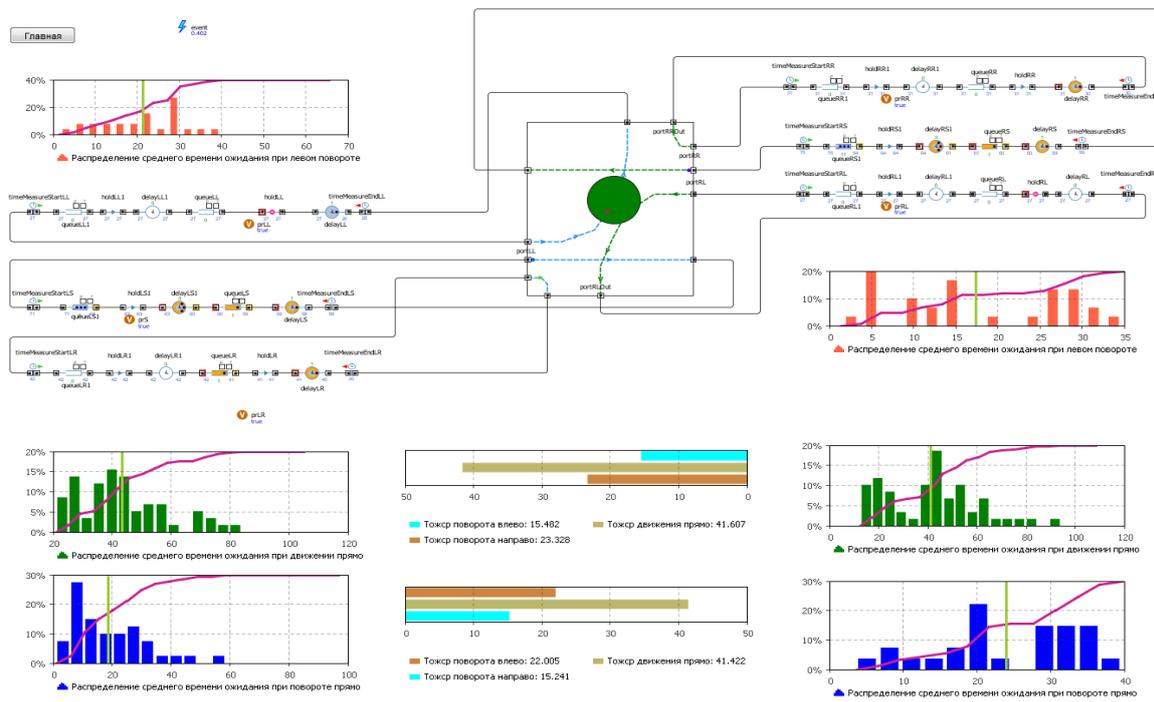


Рисунок 9 – Пример варианта имитационной модели перекрестка при трехполосном движении в каждом направлении

Проведенные исследования на простой модели управления движением на пешеходном переходе позволяют сделать следующие выводы:

1. Имитационное моделирование позволяет провести оценки параметров управления потоками на перекрестках для средних значений потоков движения автомобилей с учетом сложности каждого перекрестка.

2. Имитационное моделирование позволяет провести анализ функции управления для автоматической настройки (адаптации) системы управления потоками на каждом конкретном перекрестке при заданной функции изменения интенсивности в различные периоды времени.

Список литературы

1. Козьмовский Д.В., Куватов В.И., Малыгин И.Г. Выбор рациональных значений скорости и дистанции между автомобилями в плотном транспортном потоке: Транспорт: наука, техника, управление. 2012. № 6. С. 17.

2. Козьмовский Д.В., Куватов В.И., Малыгин И.Г. Метод расчета динамического габарита автомобиля в условиях разнородного потока транспортных средств: Транспорт: наука, техника, управление. 2012. № 11. С. 23-26.

3. Козьмовский Д.В. Метод повышения пропускной способности и безопасности автомобильных дорог мегаполиса путем расширения возможностей навигационной системы «ГЛОНАСС» // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2014: материалы Международной научно-практической конференции. 2014. С. 106-112.

4. Боев В.Д. Исследование адекватности GPSS World и AnyLogic при моделировании дискретно-событийных процессов: Монография. СПб.: ВАС. 2011. 404 с.

5. Наумов В.Н., Туровский О.М., Чудаков О.Е., Технология моделирования сложных систем с использованием пакета имитационного моделирования AnyLogic, СПб.: ВУНЦ ВМФ. 2015.

УДК 519.816:004.891: 007.51

ОБ ОПИСАНИИ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ «ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ЖИДКОСТЬ»

Таранцев Александр Алексеевич – доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией

Лукомская Ольга Юрьевна – кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник

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

Васьков Виктор Тихонович – кандидат технических наук, администрация Губернатора Санкт-Петербурга

Нодь Александр Петрович – начальник поисково-спасательного подразделения Северо-Западного регионального поисково-спасательного отряда МЧС России, аспирант ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Аннотация. Приводятся сравнительные модели «интеллектуальной жидкости» применительно к движению людских потоков и к движению автотранспорта. Проанализированы их общие черты и отличия. Показана возможность решения конкретных задач. Предложено использование параметра организованности транспортного потока.

Ключевые слова: интеллектуальная жидкость, транспортный процесс, движение транспортных объектов.

THE DESCRIPTION OF THE MOTION OF TRANSPORT FACILITIES BASED ON THE MODEL «INTELLECTUAL LIQUID»

Tarantsev Alexander A. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Laboratory of IPT RAS

*Lukomskaya Olga Y. – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,
Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences*

Vas'koff Victor T. – Candidate of Engineering Sciences, Government of Saint-Petersburg

Nod' Alexander P. – Chief of search and rescue unit of North-West region search and rescue division EMERCOME of Russia, graduate student of Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia

Abstract. Comparative models of "intellectual liquid" in relation to the movement of human streams and are given to traffic. Their common features and differences are analysed. Possibility of the solution of specific objectives is shown. It is proposed to use the parameter traffic organization.

Keywords: intellectual liquid, transport process, the movement of transport facilities.

Введение

Движение различных объектов, участников транспортного процесса – людей, например, в процессе эвакуации из зданий [1-4], автомобилей на дорожной сети [5-7], судов по шлюзовой системе судопропуска [13,14], подчиняется определённым закономерностям, общих для этих, совершенно разных на первый взгляд, объектов.

Многими отечественными (В.М. Предтеченский, А.И. Милинский, С. В. Беляев и др. – в случае движения людских потоков) и зарубежными исследователями замечено, что такие потоки чем-то напоминают течение жидкости, но не такой, как вода, а особой, получившей название «интеллектуальной» [8].

Движение людских потоков

Исследование движения людских потоков потребовалось для решения различных прикладных задач, важнейшей из которых является эвакуация людей из помещений и зданий в случае пожара. Исследования показали, что скорость V движения людей зависит от плотности потока D и видов участков эвакуационных путей [8].

Для зависимости $V(D)$ подбирали различные аппроксимации – полиномиальные, степенные и другие, но окончательно было принято и стандартизовано логарифмическое выражение:

$$V(D) = \begin{cases} V_0 & \text{при } D \leq D_0, \\ V_0 [1 + a \cdot \ln(D_0/D)] & \text{при } D > D_0, \end{cases} \quad (1)$$

где V_0 , a и D_0 – параметры аппроксимации, характерные для каждой группы мобильности людей и видов путей эвакуации – горизонтального внутри и вне помещений, пандусов, лестничных клеток и дверных проёмов [8].

Плотность потока D может быть представлена как отношение проекционной площади, занятой людьми, к площади помещения, где эти люди находятся:

$$D = \frac{F}{L\delta}, \quad (2)$$

где F – общая проекционная площадь эвакуирующихся; L , δ – длина и ширина помещения (предполагается, что прямоугольное).

Если одновременно эвакуируются люди различных групп мобильности, проекционная площадь F является суммой проекционных площадей различных групп мобильности:

$$F = \sum_{k=1}^4 N_{Mk} f_{Mk}, \quad (3)$$

где N_{Mk} – число эвакуирующихся k -й группы мобильности, f_{Mk} – средняя проекционная площадь человека k -й группы мобильности [8].

Если в потоке движутся люди с вещами (это не характерно для эвакуации при пожаре) и детьми, то их общая проекционная площадь рассчитывается по аналогии с (3) с учётом проекционных площадей в соответствии со средними горизонтальными проекциями людей с ношей и детьми по Р. Г. Григорьянцу [8].

Скорость V_i смешанного потока людей на каждом i -м участке эвакуационного пути является средневзвешенным значением [2]:

$$V_i = \sum_{k=1}^4 w_k V_{ik}, i \in [1, n], \quad (4)$$

где V_{ik} – скорость движения людей k -й группы мобильности по i -му участку пути, рассчитываемая по выражению (1) с учётом данных табл.1; w_k – весовой коэффициент, рассчитываемый по выражению:

$$w_k = \frac{N_{Mk} f_{Mk}}{F}, k \in [1, 4]. \quad (4a)$$

Важным параметром потока людей является его *интенсивность* q – поток людей (в пересчёте на их проекционные площади), проходящий в единицу времени через единицу ширины i -го участка:

$$q_i = V_i D_i, i \in [1, n], \quad (5)$$

где V_i, D_i – скорость и плотность потока на i -ом участке. Зависимости $q(D)$ для группы мобильности М1 приведены в [8].

Общее время эвакуации t_3 складывается из времён движения по n участкам эвакуационного пути:

$$t_3 = \sum_{i=1}^n t_i, \quad (6)$$

где t_i – время прохождения по i -му участку, определяемое как отношение длины i -го участка L_i к скорости прохождения этого участка:

$$t_i = \frac{L_i}{V_i} + \Delta t_i, i \in [1, n]. \quad (7)$$

где Δt_i – продолжительность задержки на i -м участке.

Если с $(i-1)$ -го участка пути шириной δ_{i-1} поток переходит на i -й участок шириной δ_i , то определяется интенсивность движения q_i на этом участке:

$$q_i = q_{i-1} \delta_{i-1} / \delta_i. \quad (8)$$

Если для i -го участка выполняется условие:

$$q_i \leq q_{\max}, \quad (9)$$

то полагают $\Delta t_i=0$, а скорость V_i находится либо интерполяцией по таблице (ГОСТ 12.1.004-91* и ГОСТ Р 12.3.047-98), либо графически [2] (рис. 1).

В некоторых случаях может возникать неоднозначная ситуация, когда получается два значения интенсивности [1,2] (рис. 2).

При этом если поток людей переходит в помещение с меньшей ширины ($\delta_i < \delta_{i-1}$), то плотность потока увеличится до величины D_{δ_i} , а скорость примет меньшее значение V_{δ_i} . Если

же $\delta_I > \delta_{i-1}$, то плотность потока уменьшится до величины D_{mi} , скорость примет большее значение V_{mi} .

Если же условие (9) не выполняется, то перед i -м участком будет образовываться скопление людей, что нежелательно. На уровне проекта здания проблема устраняется увеличением ширины δ_{i+1} до величины, позволяющей соблюсти условие (9).

В случае, когда здание эксплуатируется (театр, историческое здание и т.п.), нужно либо ограничить число пребывающих там людей, либо учитывать задержку их движения по выражению:

$$\Delta t_i = F \left(\frac{1}{q_c \delta_c} - \frac{1}{q_i \delta_i} \right), \quad (10)$$

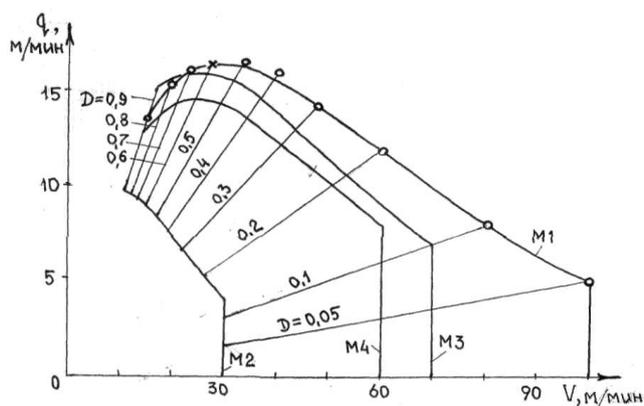


Рисунок 1 – Зависимость «интенсивность – скорость движения» людей различных групп мобильности с учётом плотности их потока на горизонтальном участке пути в здании

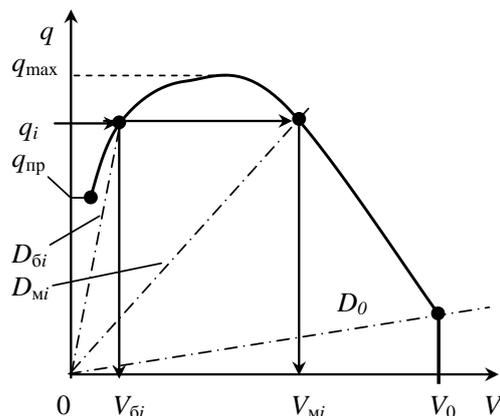


Рисунок 2 – Определение скорости людского потока при получении двух значений скорости для заданной интенсивности: V_{bi} – скорость при большей плотности потока D_{bi} ; V_{mi} – скорость при меньшей плотности потока D_{mi} .

где δ_c – ширина проёма или следующего участка, перед которым возникает скопление; q_c – предельная интенсивность, которая для проёма шириной $\geq 1,6$ м равна 8,5 м/мин, а если проём уже 1,6 м, $q_c = 2,5 + 3,75\delta_c$; для лестницы вниз – 7,2 м/мин, для лестницы вверх – 9,9 м/мин. Вычисленная по (10) величина задержки учитывается в выражении (6).

Если происходит слияние m потоков, интенсивность движения q_i на этом участке находится из выражения:

$$q_i = \frac{\sum_{j=1}^m q_j \delta_j}{\delta_i}. \quad (11)$$

Далее осуществляется проверка выполнения условия (9) и все последующие действия. В итоге по выражению (6) определяется время t_3 , в течение которого люди смогут эвакуироваться из здания.

Моделирование движения людей «цепочкой». При эвакуации на некоторых узких участках пути люди вынуждены двигаться «цепочкой», т.е. один за другим, не обгоняя друг друга (рис. 3).

Полагая, что скорость движения каждого i -го человека зависит от расстояния до впереди идущего, его координата z_i может быть найдена из решения системы дифференциальных уравнений [2]:

$$\frac{dz_i}{dt} = f(z_{i-1} - z_i, f_{pi}), \quad i \in [1, N], \quad (12)$$

где t – время, отсчитываемое от начала движения по такому участку; N – число людей в «цепочке»; f_{pi} – площадь проекции i -го человека; $f()$ – функция скорости, $z_0 > 5$ м – условное расстояние.

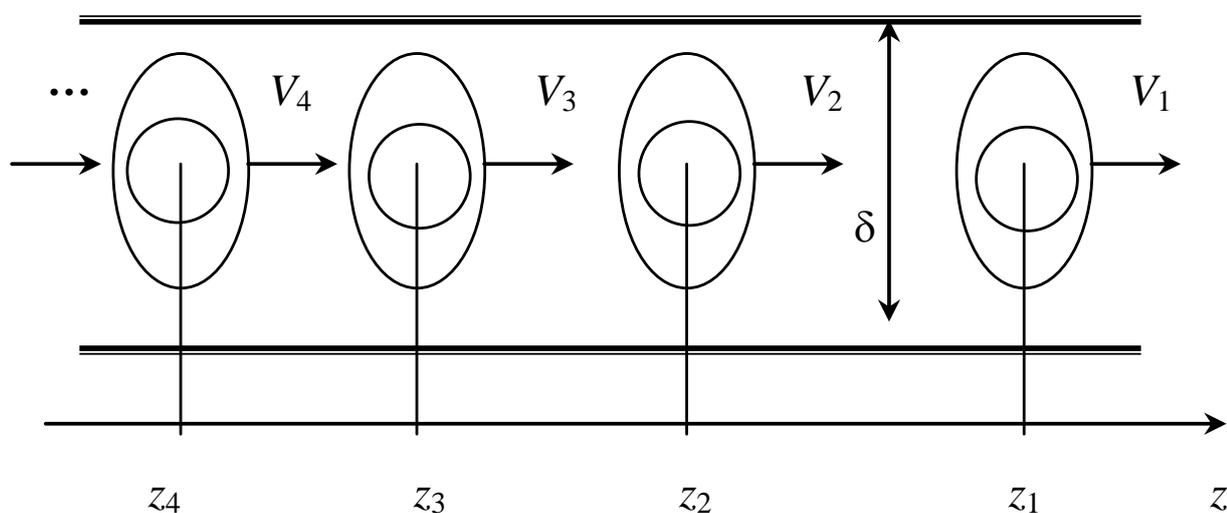


Рисунок 3 – Схема движения людей «цепочкой»

Для основных участков эвакуационных путей функция $f()$ может быть получена на основе выражения (1):

$$f(z_{i-1} - z_i, f_{pi}) = V(D), \quad (13)$$

где $D = f_{pi} [(z_{i-1} - z_i) \delta]^{-1}$ – условная плотность людей в «цепочке», с использованием которой по выражениям (12) численными методами были рассчитаны параметры движения 10-и человек группы мобильности М1 по тоннелю с поездом (рис. 4).

В качестве начальных условий полагалось, что $z_1 = 0$, а остальные располагались колонной вплотную друг к другу.

Из результатов моделирования следует, что движение всей «цепочки» во многом будет определяться направляющим. Он будет двигаться с наибольшей скоростью для данного участка пути.

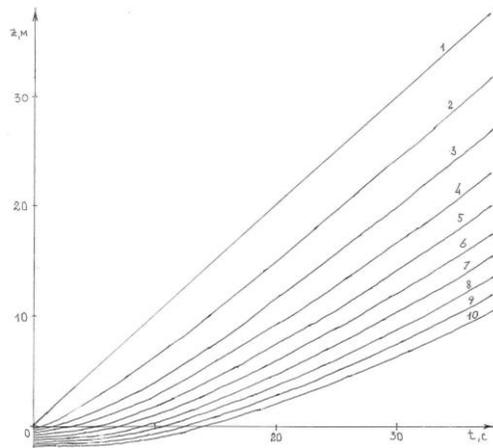


Рисунок 4 – Результаты моделирования движения «цепочки» из 10 человек по тоннелю с поездом (цифрами обозначены порядковые номера участников движения: 1 – направляющий, ... 10 – замыкающий)

На рис. 5 представлены параметры движения «цепочек» из 10-и человек (направляющий – замыкающий) для различных участков пути.

Как можно увидеть, длина «цепочек» по мере движения экспоненциально увеличивается и через некоторое время достигает постоянной величины, которую можно оценить из выражения:

$$L_{ц} = (N - 1)f_{п} (D_0\delta)^{-1} + \delta_{ч}, \quad (14)$$

где $\delta_{ч}$ – «толщина» человека.

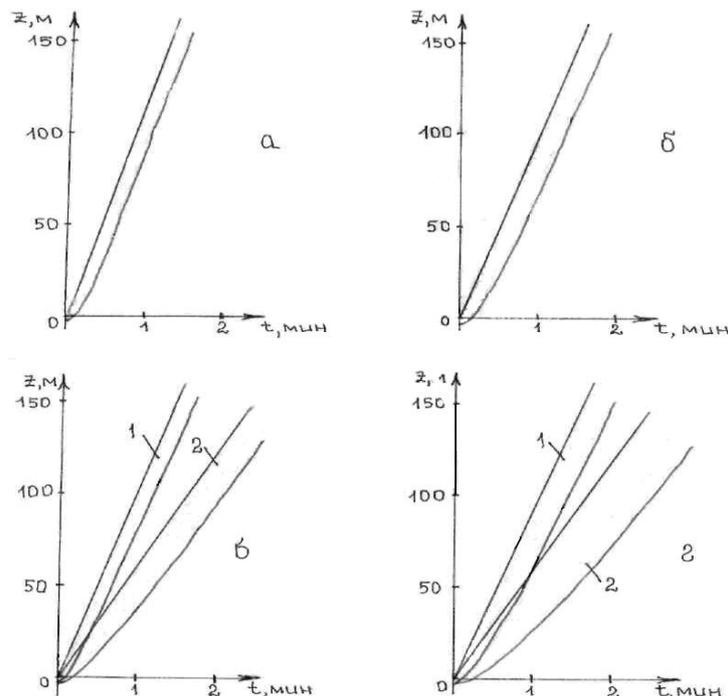


Рисунок 5 – Обобщённые результаты моделирования движения «цепочек» из 10 человек (линии – параметры движения направляющего и замыкающего), а – горизонтальный путь вне зданий; б – горизонтальный в зданиях; в – лестница: 1- вверх, 2- вниз; г – тоннель: 1 – без поезда, 2 – с поездом

С учётом (14) время преодоления i -го участка эвакуационного пути последним из «цепочки» можно оценить из выражения:

$$t_i = (L_i + L_{ц})/V_0. \quad (15)$$

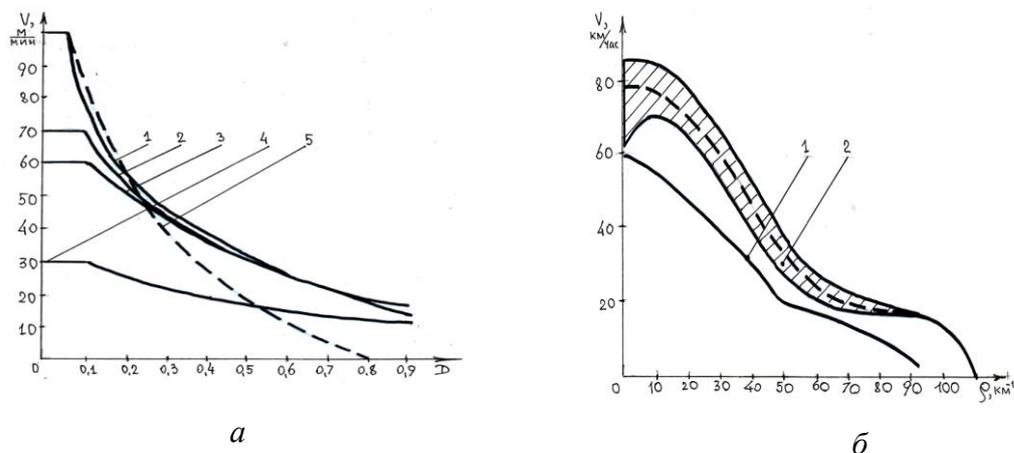


Рисунок 6 – Зависимости «скорость потока – плотность» для людских потоков «а» по горизонтальному участку (1- группа М1, 2- группа М3, 3- группа М5, 4- группа М2, 5- группа М1 вне здания) и потоков автомобилей «б» [8]

Пример. По горизонтальному участку длиной $L_i = 20$ м шириной $\delta = 0,7$ м должна пройти «цепочка» из десяти человек ($N=10$) группы мобильности М1. Требуется оценить время прохождения этого участка всей «цепочкой», если $\delta_{ч} \approx 0,3$ м.

Полагая, что усталость на таком участке не сказывается и люди примерно одинаковые, находим $V_0 = 100$ м/мин, $f_{п} = 0,1$ м², $D_0 = 0,051$ и с использованием (14) и (15) получаем: $t_i = [20 + 9 \cdot 0,1(0,051 \cdot 0,7)^{-1}] / 100 \approx 0,452$ мин $\approx 27,1$ с.

Движение потоков автомобилей

Как было сказано, движение потоков автомобилей во многом аналогично движению людских потоков (этот факт ещё в 70-х годах отметил профессор В.В. Холщевников). Потoki машин, как и потоки людей, в том числе и движение «цепочкой», представляют собой «интеллектуальную жидкость», скорость V движения которой зависит от её плотности (в данном случае под плотностью ρ подразумевается количество автомобилей на единицу длины шоссе в одном ряду). На рис. 6 представлены графики «скорость-плотность» для людских потоков и потоков автомобилей, свидетельствующие о большом сходстве процессов движения (автомобилями также управляют люди).

В теории движения потоков автомобилей [5,9] принято пользоваться номограммой «интенсивность движения – плотность потока» (рис. 7).

Под интенсивностью q понимается число автомашин, проезжающее за единицу времени (как правило, за час) по одной полосе (ряду) дороги. В отличие от движения людских потоков, где принято чёткое разделение на группы мобильности с соответствующими параметрами движения, в автомобильных потоках присутствует большое разнообразие транспортных средств – от малолитражных легковых автомобилей до трейлеров, параметры движения которых не поддаются жёсткому нормированию.

Очевидное сходство номограмм (рис. 3 в [8]) и рис. 7 служит дополнительным подтверждением схожести процессов движения людских и автомобильных потоков.

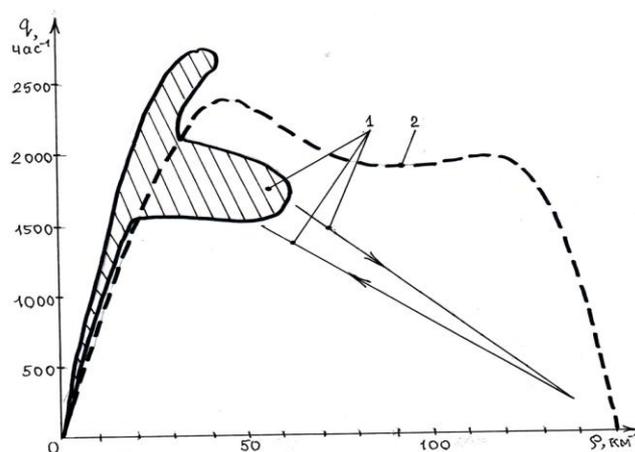


Рисунок 7 – Номограмма «интенсивность движения – плотность потока автомобилей», 1 – согласно Ф. Боллу [8], 2 – согласно [5]

Для формализации описания движения автомобильных потоков в работе [5] принято представлять зависимости $q(\rho)$ параболическими, треугольными и др. Тем не менее, движение автомобильных потоков, в отличие от потоков людей, имеет ряд особенностей, основными из которых является регулирование потоков на перекрёстках и др. участках дороги посредством светофоров, дорожных знаков или полицейскими, а также правилами дорожного движения (ПДД-15), например, запрещающими грузовым автомобилям на некоторых участках дороги двигаться в крайнем левом ряду, устанавливающими приоритетность движения транспортных средств и т.п.

Кроме того, в теории движения автомобильных потоков недостаточное внимание, по сравнению с теорией движения людских потоков, уделено описанию процессов изменения параметров движения при изменении ширины дорожной сети (уменьшение или увеличение рядности) и слияния потоков.

В оперативном режиме состояния автомобильных потоков в городе достаточно хорошо отражается, например, системой «Яндекс-пробки». При этом становится возможным участникам движения прокладывать оптимальные маршруты и прогнозировать время движения из пункта назначения в пункт прибытия. Однако подобные системы не позволяют моделировать (прогнозировать) автотранспортные потоки на этапе проектирования, реконструирования и модернизации городской транспортной сети. Данная задача может решаться методами, изложенными в [5,8] и аналогичной литературе. Но точность моделирования автотранспортных потоков может быть увеличена за счёт использования подходов, разработанных в теории движения людских потоков [1,2,9].

Анализ кинематики транспортных процессов при движении потоков судов по шлюзовой системе судопропуска

Составляющая транспортного процесса определяется при помощи кинематического анализа, связанного с анализом организации движения транспортных потоков по транспортным коммуникациям, для которого предметом рассмотрения является движение транспортных потоков без учёта их масс и сил, действующих на них, а предметом анализа кинематики ТП – пропускная способность транспортных коммуникаций (сетей) и характеристики грузооборота по направлениям перевозок. Остановимся на пропускной способности транспортной сети.

Каждая коммуникационная среда имеет свою специфическую сетевую инфраструктуру. С одной стороны, это сеть, элементы которой и их совокупности в любом сечении обладают своей пропускной способностью, ограниченной ресурсными возможностями в каждом сечении.

Пропускную способность можно определить как предельную интенсивность потока, проходящего через выделенное сечение. Она естественно ограничивается ресурсными возможностями этого сечения.

Можно выделять участки сети, маршруты движения потоков, пути их прохождения от источника до стока. Но в любых частных выделениях (сечениях) пропускная способность есть максимальная интенсивность потока через выделенное сечение, ограниченная ресурсными возможностями этого сечения.

На это определение накладывается еще одно ограничение. Оказывается, пропускная способность зависит от организованности движения потоков через выделенное сечение.

В самом общем плане аргументами функционала пропускной способности транспортной сети являются интенсивность и мера организованности движения транспортных потоков в ней. При этом следует различать *физическую* P_{ϕ} пропускную способность, определяемую техническими характеристиками транспортной сети, и *эксплуатационную* P_{ε} , зависящую от организованности встречных транспортных потоков и способов управления ими [12,13,14].

Мера m организованности потоков зависит от временной согласованности их и может быть косвенно оценена долей непроизводительных $T_{\text{нпр}}$ (или нетехнологических) временных затрат в общем ходовом времени T_x , иначе говоря, – отношением:

$$m = 1 - \frac{T_{\text{нпр}}}{T_x}. \quad (16)$$

При $m = 1$, когда $T_{\text{нпр}} = 0$, наблюдается полная согласованность встречных транспортных потоков в сети, характеризуемая отсутствием в ней конфликтов между ТРС за обладание транспортным ресурсом, и тогда $P_{\phi} = P_{\varepsilon}$. На практике из-за наличия различных временных задержек $m < 1$ и, стало быть, $P_{\varepsilon} < P_{\phi}$. Тогда возникает потребность в таком управлении ТП в сети, чтобы она стремилась вернуться в равновесное (или в близкое к нему) состояние. Иначе, чтобы $T_{\text{нпр}} \rightarrow 0$ и $P_{\varepsilon} \rightarrow P_{\phi}$.

Зависимость пропускной способности сети от интенсивности q движения и меры организованности транспортных потоков в ней представляется соотношением [12]:

$$\frac{P_{\varepsilon}}{P_{\phi}} = \frac{d \times (1 - d) \times (1 + \sqrt{m})}{(1 + (1 - m) \times d)}, \quad (17)$$

где коэффициент нагрузки сети d определяется как $d = q : P_{\phi}$.

График зависимости приведён на рис. 8, из которого видно, что значения отношения (16), соответствующие равновесному состоянию сети, расположены на диагонали при разных значениях нагрузки на сеть.

В качестве примера рассмотрим движение судов по шлюзовой системе судопропуска.

В основе модели лежит кусочно-линейная временная аппроксимация функции $y(t)$, описывающей гладкую кривую трассы движения, шаг аппроксимации которой T_{quant} :

$$\frac{y_{i+1} - y_i}{t_{i+1} - t_i} = V_i^{\text{доп}}; \quad \frac{1}{T_{\text{quant}}} * \frac{(y_{i+1} - y_i)}{(k_{i+1} - k_i)} \leq V_i^{\text{доп}}, \quad i = \overline{1, n}, \quad k_i \geq 1, k_{i+1} \geq 2, \quad (18)$$

$$t_{i+1} - t_i \geq T_{\text{quant}}; t_{i+1} = k_{i+1} * T_{\text{quant}}; t_i = k_i * T_{\text{quant}}$$

где n – количество линейных участков трассы; $T_{\text{quant}} = T_0 = 30$ мин – среднестатистическое время обслуживания судов (мин) – шаг дискретизации; $V_i^{\text{доп}}$ – допустимая скорость движе-

ния на i -м участке $y(t)$; k_i – количество временных периодов, равных шагу аппроксимации на i -м участке.

Временной интервал между смежными транспортными средствами (ТРС) в потоке должен быть не менее $2 \cdot T_0$, а между смежными ТРС из встречных потоков – не менее T_0 .

С учётом допустимых скоростей движения ТРС в сети, условия согласования потоков можно представить соотношениями, описанными в [13,14], которые опираются на процедуры планирования и регулирования движения транспортных потоков в сети.

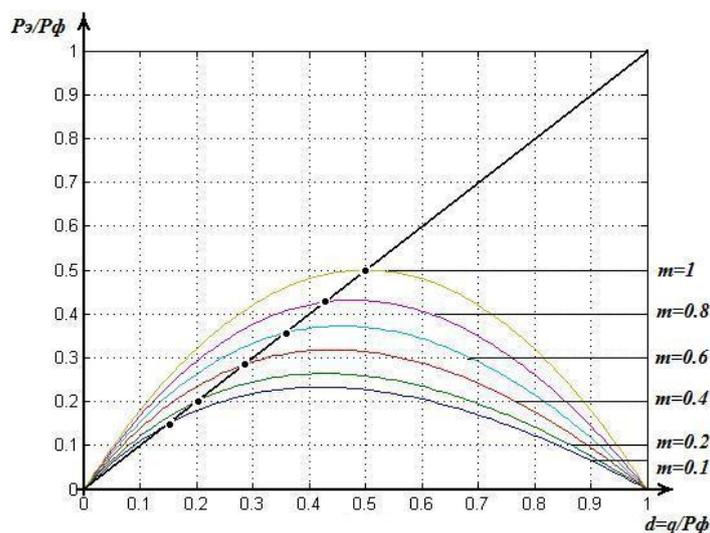


Рисунок 8 – График зависимости пропускной способности сети от интенсивности движения и меры организованности транспортных потоков

Выводы

Таким образом, показаны сходство и различия в теориях движения людских и транспортных потоков. Описана мера организованности транспортного потока. Математический аппарат теории движения транспортных потоков мог бы быть обогащён использованием наработок теории движения людских потоков и наоборот. В интересах развития обеих теорий могли быть рассмотрены возможности использования и других математических аппаратов, например, теории массового обслуживания (это вызвало дискуссию в журнале «Пожаровзрывобезопасность» в 2002-2004 гг.) [10], теории нечётких множеств [11] и др.

Список литературы

1. Холщевников В.В., Самошин Д.А., Парфёненко А.П., Кудрин И.С., Истратов Р.Н., Белосохов И.Р. Эвакуация и поведение людей при пожарах. Учебное пособие. М.: Академия ГПС МЧС России. 2015. 262 с.
2. Таранцев А.А. Методы расчёта времени эвакуации людей из зданий и сооружений. Учебное пособие. – СПб.: СПбУ ГПС МЧС России. 2009. 42 с.
3. Gwynne S.M.V. Optimizing fire alarm notification for high-risk groups. Summary Report, Prepared for The Fire Protection Research Foundation, June 2007, NFPA, Quincy M.A.
4. Hyun-Seung H., Jun-ho C., Won-Hwa H. Calculating and verifying the stair-case-length for evacuation analysis, Pedestrian and Evacuation Dynamics, 2010. Conference, Springer, New York (2011), pp. 601-611.
5. Введение в математическое моделирование транспортных потоков. Учебное пособие / под ред. Гасникова А. В.. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: МЦНМО. 2013. 427 с.
6. Handbook of Transport Modelling, edited by David A. Hensher, Kenneth J. Button. – Pergamon. 2000.

7. Cascetta E. Transportation systems analysis. Models and applications. Springer, 2009. Optimization and application. V. 29.
8. Таранцев А.А., Нодь А.П. Применение модели «интеллектуальной жидкости» к описанию движения мобильных объектов. Интеллектуальные технологии на транспорте. 2016. № 2 (6). С. 5-11.
9. Холщевников В.В. Психофизиологические закономерности поведения людей при движении в пешеходных потоках // Пожаровзрывобезопасность. 2005. Т. 14. № 4. С. 38-49.
10. Таранцев А.А. Инженерные методы теории массового обслуживания. Монография. Изд. 2-е, перераб. и доп. СПб.: 2007. 175 с.
11. Таранцев А.А., Ширинкин П.В. Применение теории нечетких множеств к решению пожарно-тактических задач // Пожаровзрывобезопасность. 2010. Т. 19. № 8. С. 59-63.
12. Попов С.А., Трифанов В.Н. Самоорганизация в коммуникационных средах. – СПб.: Сборник избранных трудов IV Международного конгресса РАН. 2006.
13. Кокаев О.Г., Лукомская О.Ю., Селиверстов С.А. О технологии анализа транспортных процессов в современных условиях хозяйствования // Транспорт Российской Федерации. 2012. № 2. С. 30-34.
14. Лукомская О.Ю. Модели и алгоритмы оптимальности регулярных транспортных потоков с использованием интеллектуальных систем управления судопропуском // Известия Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ». 2014. № 5. С. 34-37.

УДК: 316.7

ПРОБЛЕМА БЕЗОПАСНОСТИ УЧАСТНИКОВ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В РОССИИ: СОЦИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Мицура Мария Александровна – руководитель направления исследования в сфере туризма и транспорта, Аналитический центр НАФИ

Аннотация. Данная работа посвящена рассмотрению теоретических и практических аспектов проблемы безопасности участников дорожного движения. В статье приведены результаты эмпирического социологического исследования состояния безопасности дорожного движения и поведения его участников в России, реализованного в 2016 году при участии автора.

Ключевые слова: социология безопасности, безопасность дорожного движения, культура участников дорожного движения.

THE ISSUE OF SAFETY OF ROAD TRAFFIC PARTICIPANTS IN RUSSIA: THE SOCIOLOGICAL ANALYSIS

Mitsura Maria A. – Research center NAFI, head of tourism and transport research department

Abstract. This article is dedicated to examination of theoretical and empirical aspects of studying problem of traffic participants' safety. This article presents the results of empirical study about current status of problem of traffic safety and its Russian participants behavior. The study was conducted in 2016 with participation of the article's author.

Keywords: sociology of safety, traffic safety, culture of traffic participants.

Показатели смертности и травматизма в результате дорожно-транспортных происшествий в России являются одними из самых высоких в Европе. По данным, представленным в Федеральной целевой программе «Повышение безопасности дорожного движения в 2013-2020», размер социально-экономического ущерба от дорожно-транспортных происшествий сопоставим с доходами консолидированных бюджетов субъектов Российской Федерации за аналогичный год [1].

Обеспечение безопасности дорожного движения является одной из приоритетных социально-экономических задач Российской Федерации, решению которой в том числе должна способствовать упомянутая федеральная программа. Не смотря на то, что по официальной статистике ГИБДД по сравнению с 2015 годом число дорожно-транспортных происшествий с участием пешеходов снизилось с 58 221 до 42 463 (Дорожно-транспортные происшествия и пострадавшие с участием пешеходов (Январь – Октябрь 2016 год) и (Январь-Декабрь 2015 год) [2], данный показатель по-прежнему остается крайне высоким, что актуализирует данную тему как значимую социальную проблему.

Отдельно стоит отметить, что уровень смертности и травматизма на дорогах помимо объективных условий, заключающихся в развитости и качестве инфраструктуры, технических характеристик транспортных средств, правил, регулирующих поведение участников дорожного движения, определяется и социальными аспектами, такими, как культура поведения участников дорожного движения, общие нормы и ценности, доминирующие в обществе, что делает актуальным именно социологический анализ проблемы безопасности участников дорожного движения.

В социологическом знании можно выделить несколько отраслевых теорий, с позиций которых возможно изучение данной проблемы, например, социология безопасности (Елфинова О.С., Аймалетдинов Т.А. и др.), социология повседневности (Щекоткин Е.В. и др.), социология культуры (Агре Н.В., Халлиулина Л.И.), социология города (Абдульязнов А.Р. и др.).

Рассматривать проблему безопасности дорожного движения именно в контексте современного городского пространства предлагает Абдульязнов А.Р., обосновывая данный подход объективными обстоятельствами постоянного роста интенсивности городского движения и отмечая, что именно город локализует в себе проблему роста дорожно-транспортных происшествий, является центром притяжения туристических иммиграционных потоков, аккумулирует в себе проблему взаимодействия пешеходов и водителей, культуры их общения в целом.

Актуальность данного подхода обоснована необходимостью учета при разработке плана модернизации системы безопасности дорожного движения контекст, в котором это движение происходит, поскольку, с одной стороны, данный контекст оказывает непосредственное влияние на психическое состояние личности и ее социальные характеристики, с другой стороны, процесс урбанизации неоднороден для различных территорий, что свидетельствует о необходимости принятия во внимание исследователями таких переменных, как размер территории, плотность городского пространства, и, что не менее важно, роль культуры во взаимодействии горожан, определяющей образ конкретного города и его культурный потенциал [3]. Рассматривая безопасность в целом в парадигме социологии повседневности, Е.В. Щекоткин отмечает, что в настоящий момент такая функция государства, как обеспечение национальной безопасности включает в себя не только прямую защиту границ и гарантию целостности государства, но и такие частные, но очень значительные, направления как повышение качества жизни граждан, экономический рост, улучшение здравоохранения и т.д. Из этого, по его мнению, следует также, что в категорию национальной безопасности включены процессы всего общества в целом. При этом, следуя за позицией немецкого социолога Г. Бехманна, отмечающего, что современное общество одновременно повышает безопасность и ненадежность. Важна для исследований позиция Е.В. Щекоткина о том, что на

микроуровне нахождение человека в ситуации неопределенности нарушает порядок его повседневного существования [4].

На практике мы наблюдаем примеры, когда, с одной стороны, государством реализуются меры, направленные на улучшение дорожно-транспортной ситуации, в том числе усовершенствование дорожной инфраструктуры (установка светофоров на пешеходных переходах, дополнительное освещение пешеходных переходов и обозначение пешеходных переходов с помощью светодиодных краев на дорожных знаках, создание шумовых полос и искусственных неровностей и т.д.), которые от 50% до 90% опрошенных нами россиян считают эффективными мерами, способствующими повышению безопасности пешеходов, а также распространенными в регионе их проживания.

Однако, с другой стороны, как показывают результаты проведенных исследований, 71% опрошенных россиян признаются, что за последнее время хотя бы иногда переходили дорогу в неполюженном месте (В данной статье приводятся результаты исследований, проведенных по заказу Экспертного центра "Движение без опасности", период проведения: 2016 год, выборочная совокупность репрезентирует взрослое (старше 18 лет) население Российской Федерации по полу, возрасту, трудовому статусу (занятость) и типу населенного пункта, в котором проживает респондент. Объем выборочной совокупности в рамках Всероссийского опроса – 1600 человек). В данном случае мы наблюдаем ситуацию, когда, несмотря на создание внешних условий для повышения безопасности, ситуацию неопределенности, способствующую повышению риска аварийной ситуации, воспроизводят пешеходы.

Подобную ситуацию уместно рассматривать, принимая во внимание такой концепт, как культура участников дорожного движения. В целом на формирование культуры безопасного поведения в основном направлена деятельность представителей психолого-педагогического и юридического направлений, что касается социологии, то в данном случае культура и безопасность дорожного движения в основном лишь опосредованно рассматривается в отраслевых социологических концепциях и недостаточно проблематизируется как отдельное специальное направление, требующее серьезного внимания исследователей.

Вопрос формирования и социологической оценки культуры, в частности, пешеходов, как участников дорожного движения, поднимает Н.В. Агре, отмечая, что культура безопасности участника дорожного движения – это совокупность знаний, навыков и поведенческих установок участника дорожного движения в принятии решений относительно предпринимаемых в настоящий момент действий, планирования этих действий и прогнозирования их последствий.

Операционализация понятия культуры поведения на дороге предпринято с целью выявления основных индикаторов его эмпирического анализа.

Важно для автора настоящей статьи, что в данном случае актуализируется значимость именно социологического изучения проблемы с целью фиксации, изучения и последующего формирования и корректировки имеющихся поведенческих установок участников дорожного движения [5].

Стремление к безопасности подразумевает видение разнообразных социальных структур и институтов, понимание того, как эти структуры и институты формируют социальный порядок и как они формируются им, а также предполагает работу над изменением природы этих структур и институтов [6].

Кроме того, мониторинговый подход к изучению проблемы служит основой для решения задачи оценки эффективности действий, направленных на улучшение ситуации в сфере безопасности дорожного движения. В целом уровень безопасности, в том числе и безопасности дорожного движения, может стать важным инструментом оценки и управления качеством жизни в современном российском обществе.

Кроме того, тема безопасности дорожного движения рассматривается исследователями и через призму экономической социологии. Как справедливо отмечает Халиулина Л.И., правонарушителем становится не каждый участник дорожного движения, не соблюдающий

правила регулярно или в определенный момент времени: это связано с тем, что санкции за нарушение не следуют автоматически, а ответственность за их применение несут люди, функционирующие в лучших традициях «экономического человека», которому свойственна перманентная оценка калькулируемых возможных выгод и потерь от осуществляемого правонарушения [7].

Так, например, четверть опрошенных по всей России респондентов (25%) отмечают, что текущий размер штрафа для пешеходов, чьи действия привели к созданию помех в движении транспортных средств в размере одной тысячи рублей является недостаточно серьезным наказанием и размер штрафа необходимо увеличить. Аналогичной позиции придерживаются более трети россиян, высказавшихся в пользу утверждения, что имеющийся штраф размером 1000-1500 рублей для пешеходов, нарушение ПДД которыми привело к причинению легкого или средней тяжести вреда здоровью, является несерьезным наказанием за данное правонарушение.

Попытка изучить и объяснить ситуацию в сфере дорожного движения посредством рассмотрения и анализа норм и институтов, функционирующих в обществе, должна быть распространена как среди специалистов сферы обеспечения безопасности дорожного движения, так и среди представителей социально-гуманитарных дисциплин, занимающихся изучением данной проблемы.

Важность, например, культурологического подхода к изучению и объяснению проблем безопасности дорожного движения обоснована тем, что данный подход акцентирует внимание на значимости неформальных норм и традиций, которые исторически складываются в обществе, а также опосредуют действие и соблюдение формализованных правил и законов.

Одним из основных способов повышения безопасности дорожного движения является реформирование системы нормативных правил, регулирующих действия участников дорожного движения, при этом само по себе наличие правил и санкций за их нарушение не гарантирует их полное соблюдение: с одной стороны, должен быть обеспечен высокий уровень информированности населения об актуальных правилах и вносимых в них изменениях, с другой стороны данные правила должны пройти процесс легитимации в сознании граждан.

Для решения последней задачи важно создать в обществе условия, когда нормы безопасного поведения усваиваются индивидами в ходе первичной социализации, иными словами в ходе общения с непосредственным ближайшим окружением: семьей, друзьями и знакомыми; а также поддерживать усвоение данных норм посредством агентов вторичной социализации: учебных заведений, средств массовой информации, государства и его органов.

Не менее важным является регулярный мониторинг состояния безопасности дорожного движения и социологическое изучение поведения и установок участников дорожного движения, который призван служить надежным базисом для контроля и оценки происходящих изменения и принятия взвешенных управленческих решений, направленных на разрешение данной проблемы.

Список источников

1. Постановление Правительства РФ от 03.10.2013 № 864 «О федеральной целевой программе "Повышение безопасности дорожного движения в 2013-2020 годах».

2. Дорожно-транспортные происшествия и пострадавшие с участием пешеходов (Январь – Октябрь 2016 год) и (Январь-Декабрь 2015 год) URL: <https://www.gibdd.ru/stat/2015/> (дата обращения: 08.11.2016).

3. Абдульязнов А.Р. Безопасность дорожного движения в городском пространстве: опыт теоретико-методологического анализа // Общество: социология, психология, педагогика. 2016. № 4. С. 27-29.

4. Щекотин Е.В. Безопасность и качество жизни в парадигме социологии повседневности // Социология и право. 2014. № 2 (24). С.11-19.

5. Агре Н.В. Безопасность и культура дорожного движения. Мониторинг общественного мнения: экономические и социальные перемены. 2015. № 1 (125). С. 99-108.

6. Аймалетдинов Т.А., Жукова Н.Е. Формирование культуры безопасности в условиях институционального развития системы здравоохранения и социального обслуживания: гендерный аспект // Мониторинг общественного мнения: экономические и социальные перемены. 2014. № 6 (124). С. 135–140.

7. Халлиулина Л.И. Спрос на правонарушения и практика контроля за соблюдением правил дорожного движения // Экономическая социология. 2005. Т. 6. № 1. С.69-77.

УДК 656.1:656.085(571.56)

АНАЛИЗ РИТМОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ В ЯКУТСКЕ

Буслаева Ирина Ивановна – кандидат технических наук, доцент, зав. отделом ритмологии и эргономики Якутского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук

Аннотация. Проанализирована статистика дорожно-транспортных происшествий в Якутске за период 2000-2013 годов. Определены ритмологические особенности дорожно-транспортных происшествий в условиях холодного климата.

Ключевые слова: дорожно-транспортные происшествия, безопасность дорожного движения, ритмологические особенности.

ANALYSIS OF RHYTHMOLOGICAL CHARACTERISTICS OF TRAFFIC ACCIDENTS IN YAKUTSK

Buslaeva Irina I. – PhD in Engineering, Associate Professor, Department of Rhythmology and Ergonomics of Northern Technique, Yakut Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences

Abstract. Statistics of road accidents in Yakutsk for the period of 2000-2013 has been analyzed. Rhythmological characteristics of traffic accidents in cold climates have been determined.

Keywords: traffic accidents, road safety, rhythmological characteristics.

Безопасность дорожного движения имеет огромное социальное и экономическое значение. Часто дорожно-транспортные происшествия (ДТП) сопровождаются гибелью и ранением людей, ущербом от повреждения транспортных средств, перевозимых грузов, сооружений на прилегающих территориях. Ежегодно в ДТП на территории России погибают около 30 тыс. человек и экономический ущерб составляет около 2,5 % от ВВП.

Для выявления причинно-следственных связей и временных особенностей ДТП необходим достаточно большой объем информации по таким происшествиям. Информация ГИБДД по городу Якутску Республики Саха (Якутия) (РС(Я)) за период с 2009 по 2014 г. по карточкам учета ДТП на бумажных носителях была оцифрована и систематизирована в виде базы данных «ДТП в Якутске». Эта база содержит 2488 записей о ДТП за указанный период. Сведения о каждом ДТП распределены по 28 полям, таким как дата, время, вид ДТП, вид покрытия, состояние проезжей части, освещение, состояние погоды, марка транспортного средства, возраст участников ДТП и т.д.

Эксплуатация техники на Севере имеет свои особенности. Резко континентальный климат Якутии с экстремально низкими зимними температурами существенно влияет на техническое состояние транспортных средств, качество дорог и психофизиологическое состояние участников движения [1,2]. Для выявления временных особенностей дорожно-транспортных происшествий в Якутске статистическая информация о ДТП распределена по временным периодам: по годам, месяцам, неделям и часам.

Для распределения количества ДТП по годам характерна сложная зависимость с несколькими локальными экстремумами. Минимальное количество случаев ДТП зарегистрировано в 2006 году – 265, а максимальное в 2014 году – 489. В настоящее время, начиная с 2011 г., наблюдается тенденция роста числа ДТП, вероятно, связанная с увеличением количества автомобилей в Якутске. Следует отметить, что увеличение транспортного потока не является единственным фактором, влияющим на аварийность [3,4]. На рис. 1 приведена гистограмма случаев ДТП по годам.

На дорожное движение влияют различные факторы [5], в том числе имеющие сезонный характер такие, как времена года и годовые биоритмы человека. Так, зимой и осенью у множества людей наблюдается спад в функционировании организма. Согласно статистике, самое большое количество обострений хронических заболеваний приходится на осень и весну.

По гистограмме распределения ДТП по месяцам (рис. 2) видно, что наибольшее число аварий приходится на сезон интенсивной эксплуатации индивидуальных автомобилей (с мая по октябрь). Происходит нарастание числа ДТП с мая до максимума в августе и далее наблюдается спад по октябрь.

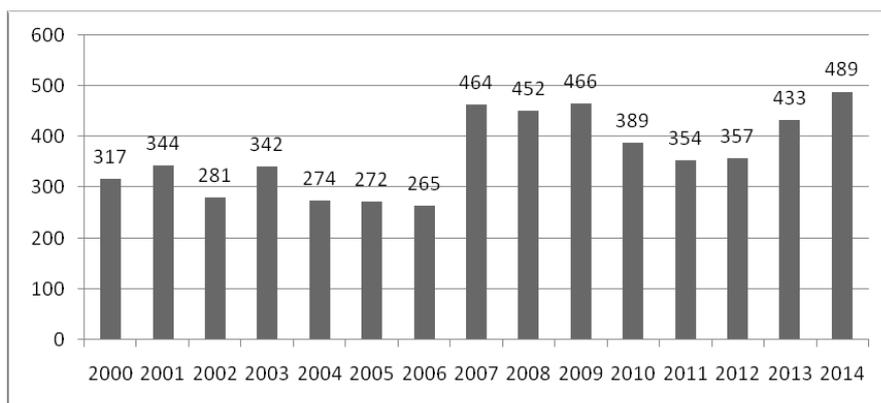


Рисунок 1 – Число ДТП в Якутске по годам

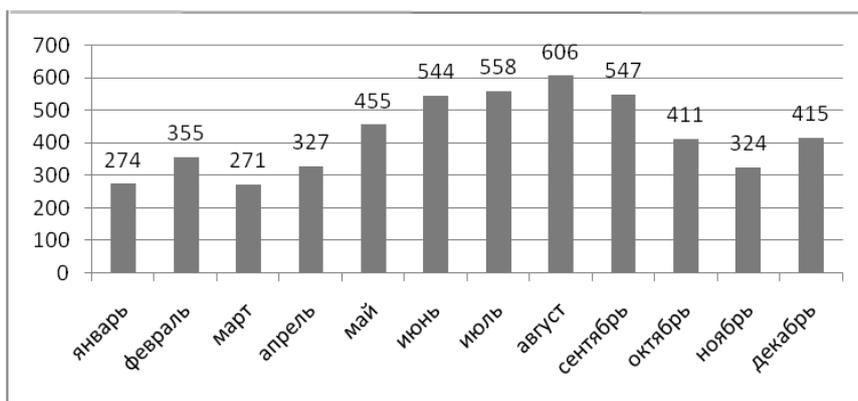


Рисунок 2 – Распределение ДТП в Якутске по месяцам за период с 2000 по 2013 г.

В теплое время года транспортный поток в Якутске увеличивается, в том числе и за счет приезжающих на своих автомобилях жителей улусов республики. Из-за отсутствия в небольших поселениях полноценного уличного движения и недостаточности контроля по соблюдению правил дорожного движения со стороны ГИБДД водители из улусов зачастую имеют невысокую культуру вождения. В холодное время года большая часть личных машин не эксплуатируется из-за отсутствия теплых гаражей и негативного влияния низких климатических температур на техническое состояние транспортных средств, поэтому наименьшее количество ДТП приходится на период с ноября по февраль, а минимум наблюдается в марте. Резкое увеличение числа ДТП в мае можно объяснить плохим состоянием дорог в Якутске весной и периодом восстановления навыков вождения у водителей личного автотранспорта после длительного зимнего перерыва.

В то же время в среднем по России наибольшее число аварий происходит в апреле и мае, наименьшее – в августе. Рост числа ДТП в весенние месяцы российские исследователи объясняют плохими погодными условиями, изношенностью дорожного полотна и эмоциональным состоянием водителей.

Таким образом, можно заключить, что на статистике ДТП в Якутске сказываются сезонные изменения интенсивности транспортного потока, а также недостаточная профессиональная надежность водителей личного автотранспорта.

Анализ ДТП по дням недели показал, что наименьшее число ДТП приходится на вторник, среду и воскресенье, наибольшее – на пятницу и субботу (рис. 3). Такое распределение соответствует недельному биоритму организма человека: в рабочие дни он более активен, особенно во вторник и среду, а в выходные дни наблюдается спад физиологической активности.

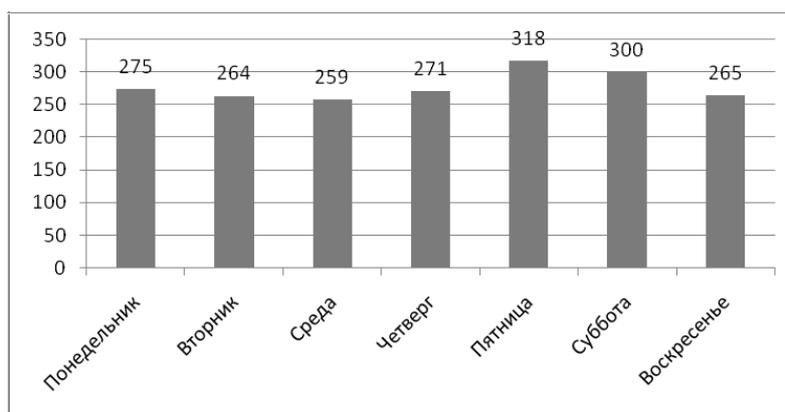


Рисунок 3 – Распределение ДТП по дням недели за пять лет

Можно выделить несколько причин увеличения количества ДТП в пятницу и субботу. В конце рабочей недели у людей (водителей и пешеходов) накапливается физиологическая и эмоциональная усталость, также в эти дни увеличивается употребление алкоголя. Помимо этого, в летний период увеличивается интенсивность дорожного движения, связанная с выездами на дачу, на природу и т.д.

Согласно литературным источникам, повышение числа ДТП в часы пик связано не только с увеличением интенсивности транспортного потока, но и со снижением реакций участников движения сообразно их циркадным ритмам [5]. Циркадный или суточный биоритм человека представляет собой изменение ряда психологических и физических характеристик организма в течение суток. Суточный ритм физиологических и психических функций человека имеет форму М-образной кривой, называемой «физиологической кривой работоспособности». Она имеет два главных периода физиологической и психической активности между 10-12 и 16-18 часами. Спад активности наблюдается в 14 часов и в ночное время.

Для определения наиболее аварийных часовых периодов в сутках были подсчитаны суммарные количества ДТП за каждый час по данным за 5 лет с 2009 по 2013 г. Результаты представлены в виде лепестковой диаграммы (рис. 4). Динамики, соответствующей физиологической кривой работоспособности, не выявлено, кроме очевидного снижения числа ДТП в ночные часы. Средняя интенсивность ДТП имеет небольшие колебания во временном промежутке с 9 до 24 часов. Полученное распределение числа ДТП в Якутске по часам в сутках расходится с данными российских исследователей, установивших влияние циркадных ритмов на статистику ДТП.

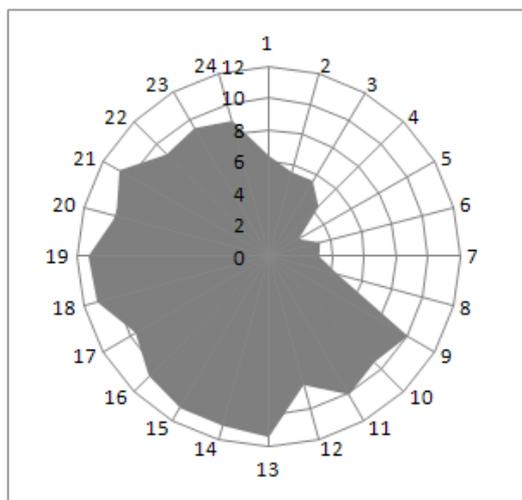


Рисунок 4 – Диаграмма распределения среднего числа ДТП за период с 2009 по 2013 г. по времени суток

В распределении ДТП в Якутске по месяцам, дням недели и часам суток наблюдаются ритмологические особенности, характерные именно для данной территории. Определенные закономерности распределения ДТП во времени могут быть полезны при разработке организационных мероприятий, направленных на повышение безопасности дорожного движения, в частности в часы пик возможна оперативная организации дорожного движения на загруженных улицах.

Список литературы

1. Решетников А.П., Бояршинов А.Л., Ишков А.М. Анализ дорожно-транспортных происшествий на дорогах в условиях Севера //Автотранспортное предприятие. 2016. № 1. С. 22-24.
2. Решетников А.П., Ишков А.М., Бояршинов А.Л. Исследование ДТП на автомобильных дорогах Республики Саха (Якутия) // Автотранспортное предприятие. 2016. № 10. С. 17-21.
3. Бояршинов А.Л., Ишков А.М., Решетников А.П. Особенности показателей и причин аварийности на дорогах в условиях Севера //Автотранспортное предприятие. 2014. № 12. С. 13-16.
4. Бушлаева И.И. Левый и правый руль в автомобиле и статистика ДТП // Материалы Международной научно-технической конференции «Транспортные и транспортно-технологические системы». – Тюмень: ТюмГНГУ. 2016. С. 56-58.
5. Бушлаева И.И., Бояршинов А.Л. Проблемы транспорта северных городов на примере Якутска // Сборник статей XVI Международной научно-практической конференции «Города России: проблемы строительства, инженерного обеспечения, благоустройства и экологии» / МНИЦ ПГСХА. – Пенза: РИО ПГСХА. 2014. С.17-21.

БЕЗОПАСНОСТЬ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА

Решетников Айаал Павлович – инженер-исследователь отдела ритмологии и эргономики Якутского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук

Ишков Александр Михайлович – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры горных машин Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова

Бояршинов Анатолий Леонидович – кандидат технических наук, заведующий сектором отдела ритмологии и эргономики Якутского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук

Аннотация. Проведен анализ дорожно-транспортных происшествий за период 2009-2012 годов. Установлено влияние климатических условий эксплуатации на надежность транспортных средств и дорожно-транспортных происшествий. Установлено, что с понижением климатической температуры эксплуатации снижается надежность автомобилей и увеличивается число дорожно-транспортных происшествий.

Ключевые слова: надежность транспортных средств, анализ, эксплуатация.

SAFETY OF VEHICLE IN THE NORTH

Reshetnikov Ayaal P. – Research Engineer, Department of Rhythmology and Ergonomics of Northern Machines, Yakut Scientific Center, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences

Ishkov Aleksandr M. – Doctor of Technical Sciences, Professor, professor of the Department of Mining Machines, M.K. Ammosov North-Eastern Federal University

Boyarshinov Anatoly L. – Candidate of Technical Sciences, Head of the Department of Rhythmology and Ergonomics of Northern Machines, Yakut Scientific Center, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences

Abstract. An analysis of cards of registration of road traffic accidents in the Republic of Sakha (Yakutia) was conducted for a period of 2009-2012. The influence of climatic conditions of operation on reliability of vehicles and road accidents. It was found that with decreasing of operating climate temperature the car reliability reduces and the number of accidents increases.

Keywords: the reliability of the vehicle, the form of an accident, analysis, operation.

Безопасность дорожного движения задача комплексная. Автотранспортный комплекс Российской Федерации сегодня – это более 55 млн. автотранспортных средств, более 6 млн. грузовых автомобилей, почти 900 тыс. автобусов, которыми перевозят около 60% всего объема перевозки пассажиров и грузов в стране.

При низких климатических температурах надежность техники резко падает, поток отказов в зимнее время и переходные осенне-весенние периоды по сравнению с летним временем увеличивается и достигает порой десятикратной величины [1].

Изменяются эксплуатационные свойства автомобилей, которые не позволяют оценить, насколько конструкция техники соответствует требованиям эксплуатации. Для Республики Саха (Якутия) характерно изменение интенсивности движения и количества транспортных средств, участвующих в дорожном движении в зависимости от времени года (табл. 1).

Безопасность движения автомобилей обуславливается множеством различных факторов, одним из которых является расстояние видимости, которое нормируется для дорог всех категорий в плане, продольном профиле, на пересечениях и примыканиях.

На территории города Якутска в зимнее время года наблюдается атмосферное явление, называемое «морозным туманом» - помутнение воздуха, вызванное наличием в воздухе

большого количества ледяных игл, мельчайших замерзших капелек, а также ледяных кристаллов [2]. Это явление вызвано низкими средними температурами воздуха до -40° , -45° , а в некоторых случаях и до -50° , -60° [3]. Появлению морозного тумана способствует наличие выхлопных газов автомобилей, и индивидуальных отопительных установок, влага из которых замерзает, повышая количество кристаллов льда в воздухе.

Это приводит к тому, что дальность видимости на территории населенного пункта уменьшается в некоторых ситуациях до 10 м, что затрудняет зрительное ориентирование водителей на дорогах города, повышается риск возникновения дорожно-транспортных происшествий (ДТП) в силу неверной оценки водителем дорожной обстановки [4].

В таблице приведены статистические данные по количеству дорожно-транспортных происшествий (ДТП) и транспортных средств (ТС), участвующих в них, а также виды ДТП, по месяцам года.

Таблица – ТС и ДТП по месяцам года (2009-2012 гг.)

Вид ДТП	Янв	Фев	Март	Апр	Май	Июнь	Июль	Авг	Сент	Окт	Нояб	Декаб	Итого
Столкновения	28	48	36	41	37	60	68	63	74	45	49	55	604
Опрокидывания	3	5	5	7	18	24	24	16	10	12	7	2	133
Наезд нас ТС	5	0	1	0	0	2	1	3	7	3	0	2	24
На препятствие	5	2	3	7	14	10	14	10	8	5	5	5	88
Наезд на пешехода	46	50	48	51	65	55	49	79	87	76	48	75	729
Наезд на велосипедиста	0	0	0	0	3	10	4	7	3	1	0	0	28
Падение	1	0	0	3	3	8	0	8	7	3	4	2	39
Иной вид ДТП	0	1	1	2	1	4	1	0	1	1	0	2	14
Всего	88	106	94	111	141	173	161	186	197	146	113	143	1659
Кол-во ТС участвующих в ДТП	118	155	131	152	175	235	230	253	276	194	161	203	2283

Как показал проведенный анализ, наибольшее число ДТП происходит в период низких климатических температур (690) в то время как в летний период (661), это можно объяснить тем, что в период низких климатических температур влияет на эксплуатационные свойства автомобилей рис. 1.

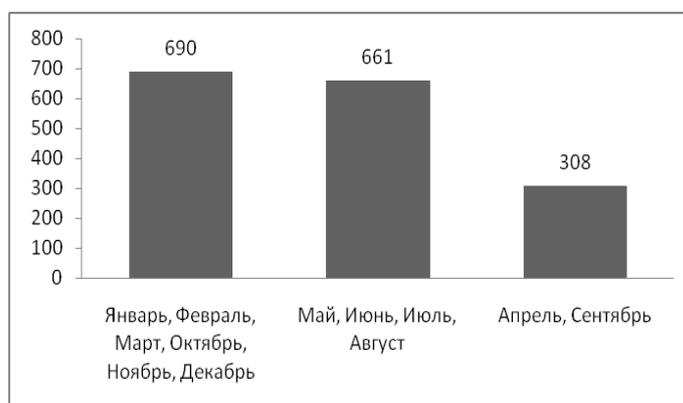


Рисунок 1 – Количество ДТП по сезонам

Нами проведен анализ числа автомобилей, участвующих в ДТП, который также показал, что транспортных средств больше в зимний период, чем летний рис. 2.

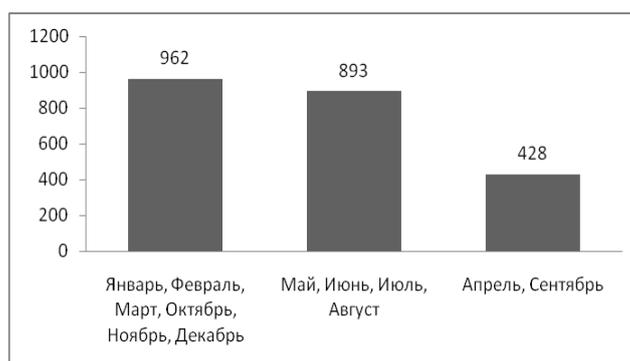


Рисунок 2 – Количество участвующих ТС в ДТП

Наибольшим числом ДТП по видам за весь период являются столкновения и наезд на пешехода (табл.). Нами также проведен анализ этих видов ДТП в зависимости от климатических температур в результате чего установлено что в зимний период число столкновений больше чем в летний рис. 3, это можно объяснить влиянием низких климатических температур на тормозную систему автомобилей и состояния дорожного полотна которое в это время как правило засыпано снегом рис. 3.

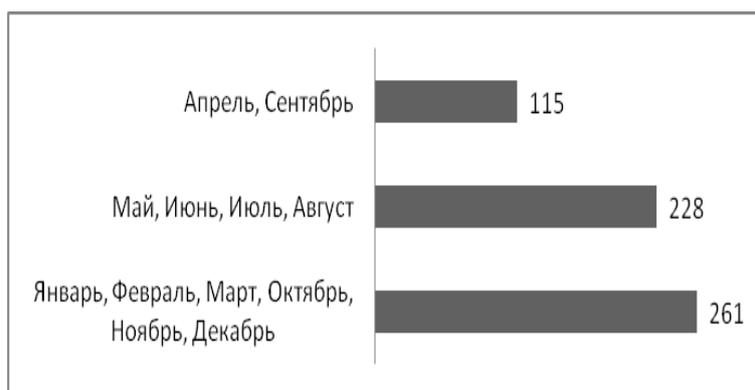


Рисунок 3 – Вид ДТП столкновения

Также наиболее часто происходит вид ДТП наезд на пешехода это связано с тем что ограниченно видимость на дорогах ухудшена состояние дорожного полотна влиянием низких климатических температур на сцепление колеса с дорожным полотном и замедленной реакцией водителя из-за теплой одежды водителя рис. 4.

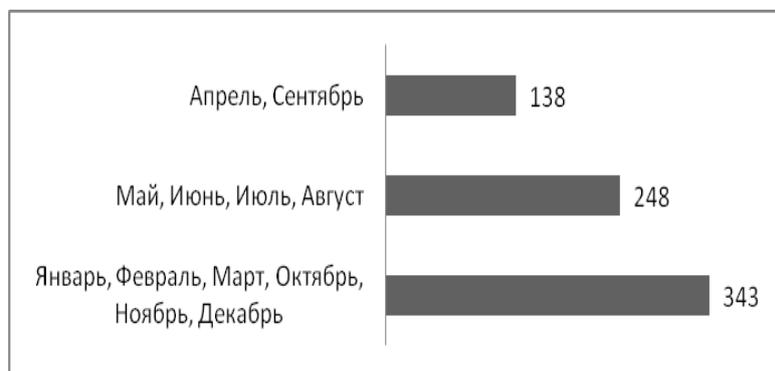


Рисунок 4 – Вид ДТП наезд на пешехода

Если ДТП приводит лишь к легким повреждениям, последствия его для надежности автомобиля могут быть более серьезными. Очень часто даже легкие ДТП сопровождаются остаточными деформациями кузова, рамы, других базовых элементов, определяющих ресурс до выхода автомобиля в предельное состояние. Во многих случаях деформации базовых деталей не могут быть полностью устранены, и автомобиль остается в эксплуатации. Последствия этого со временем сказываются, т.к. надежность автомобиля значительно снижается, а возможность дорожно-транспортного происшествия увеличивается.

В результате анализа статистических данных установлено влияние низких климатических температур на ДТП. Выявлено, что с понижением климатических температур эксплуатации снижается надежность автомобилей и возрастает число ДТП и количество автомобилей, участвующих в нём.

Наиболее распространенным видом ДТП является столкновения и наезд на пешехода.

Список литературы

1. Ишков А.М. Математическая ритмология в работоспособности техники на Севере // Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН. 2000. С. 320.
2. Хромов С.П., Мамонтова Л.И. Метеорологический словарь // Гидрометеиздат. 1974. С. 569.
3. Гаврилова М.К. Климат Центральной Якутии / Якутское книжн. Изд-во. 1962. С. 63.
4. Макаров М.Н. Методика оценки расстояния видимости автомобиля в зимний период в г. Якутске / Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах: материалы XII Междунар. науч.-практ. конф. // СПбГАСУ. 2016. С. 1043.
5. Бояршинов А.Л., Ишков А.М., Решетников А.П. Особенности показателей и причин аварийности на дорогах в условиях Севера // Автотранспортное предприятие. 2014. № 12. С. 13-16.
6. Решетников А.П., Бояршинов А.Л., Ишков А.М. Анализ дорожно-транспортных происшествий на дорогах в условиях Севера // Автотранспортное предприятие. 2016. № 1. С. 22-24.
7. Решетников А.П., Ишков А.М., Бояршинов А.Л. Исследование ДТП на автомобильных дорогах Республики Саха (Якутия) // Автотранспортное предприятие. 2016. № 10. С. 17-21.
8. Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения // М.: Транспорт. 1993. С. 271.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПЕРЕХОДА ОТ ПРИМЕНЕНИЯ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ К ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ПРОЦЕССЕ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ СПЕЦИАЛИСТОВ ТРАНСПОРТНОГО ВУЗА

Королев Олег Александрович – научный сотрудник лаборатории проблем безопасности транспортных систем

Тимченко Вячеслав Сергеевич – научный сотрудник лаборатории проблем организации транспортных систем

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

Аннотация. Рассматриваются перспективы широкого применения виртуальной реальности в процессе повышения квалификации специалистов транспортной отрасли без отрыва от производства.

Ключевые слова: повышение квалификации, специалисты транспортной отрасли, виртуальная реальность, имитационное моделирование.

VIRTUAL REALITY PROSPECTS IN THE EXPERTS PROFESSIONAL DEVELOPMENT COURSE

Korolev Oleg A. – Researcher, Laboratory of vehicle safety systems

Timchenko Vyacheslav S. – Researcher, Laboratory of Development of Transport Systems and Technologies

Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences

Abstract. In the report the prospects of virtual reality broad use in the course of a transport industry specialists advanced training on the job are considered.

Keywords: professional development, specialists of transport branch, virtual reality, imitating modeling.

Железнодорожный транспорт с каждым годом требует повышения квалификации отраслевых специалистов, путем овладения новыми знаниями и навыками, которые впоследствии должен применять в рабочем процессе, по возможности без отрыва от производства. Для этого требуется разработка прогрессивных методов профессиональной переподготовки специалистов. При этом процесс создания учебных методик должен опираться на максимальное использование в образовательном процессе компьютерных технологий [1].

В настоящий момент применение различного рода тренажеров получило широкое распространение на железнодорожном транспорте.

К распространению тренажеров привела необходимость обучения большого количества специалистов для работы на схожем оборудовании.

Работа на тренажерах происходит как в штатных ситуациях, так и при отказе технических средств и различных нештатных ситуациях, возникающих в процессе технологического процесса.

Как показывает анализ работы железнодорожного транспорта, основными причинами аварий, крушений и браков в работе являются не только низкая надежность техники, но, в большей степени, неправильные действия работников, связанные с движением поездов и производства маневровой работы [2].

По мере развития информационных технологий, методы имитационного моделирования стали, применяемые в проектной работе [3-5] стали применяться в процессе обучения специалистов железнодорожного транспорта.

Средства имитационного моделирования можно подразделить на [6]:

1. Специализированные (специально созданные для имитации конкретных систем или процессов).

2. Универсальные (позволяют разработать имитационную модель любой системы или процесса).

Имитационная модель – это формальное описание логики функционирования исследуемой системы и взаимодействия ее отдельных элементов, учитывающее наиболее существенные причинно-следственные связи.

Имитационное моделирование позволяет автоматически определить значения параметров рассматриваемой системы, меняя при этом условия протекания процесса и случайные события, учет которых при традиционных подходах вызывает существенные затруднения. Это позволяет оперативно учитывать все изменения в проекте, а также получить более точные значения оптимальных параметров функционирования системы, чем при традиционно применяемом расчете.

Накопленный практический опыт применения имитационного моделирования в проектировании и исследовании сложных систем позволяет судить о высокой эффективности данного подхода при принятии решений, учитывающих множество взаимодействующих факторов, а также нелинейность, неравномерность процессов функционирования сложной системы.

Кроме того, использование имитационного моделирования расширяет диапазон решаемых задач, связанных с разработкой и принятием решений в условиях неопределенности и недостатка информации.

При имитационном моделировании логическая структура моделируемой системы адекватно отображается в модели, а процессы ее функционирования и динамика взаимодействия ее элементов воспроизводятся (имитируются) на модели. Поэтому построение имитационной модели включает в себя структурный анализ моделируемой системы и разработку функциональной модели, отражающей динамические параметры моделируемой системы.

Технология компьютерного моделирования дает возможность создавать и проводить эксперименты с имитационной моделью производственной системы или процесса любой сложности и временной протяженности.

Потребность в моделировании возникает при модернизации системы, то есть при необходимости оценить и сравнить ещё не реализованные варианты, а также при желании оптимизировать текущие процессы.

На сегодняшний момент методы имитационного моделирования получили должное развитие в отечественной науке и позволяют на качественно новом уровне оценить возможность освоения перспективных объемов перевозок при различных вариантах развития транспортного комплекса, следовательно, должны быть использованы при экспертизе масштабных транспортных проектов.

Ярким примером универсальных средств имитационного моделирования, является отечественный программный продукт Anylogic, позволяющий разрабатывать модели на основании всех известных на сегодняшний момент подходов: процессного (дискретно-событийного), системно-динамического, агентного моделирования.

Anylogic, кроме возможности создания моделей различного уровня сложности и абстрактности, обладает широкими анимационными возможностями, которые не требуют знаний программирования. Это позволяет строить наглядные модели, позволяющие анализировать транспортные процессы не только с помощью встроенных графиков, но и посредством 2D и 3Dмоделей.

Следующим шагом стало применение виртуальной реальности.

Виртуальная реальность – это созданный техническими средствами мир, в котором человек ощущает себя близко к тому, как он себя ощущает в реальном мире [7].

Так в РГУПС разработан комплекс «Виртуальная железная дорога» [8], представляющий собой программно-аппаратную модель функционирования и взаимодействия служб железной дороги. В единый комплекс увязаны различные тренажерные комплексы, что позволяет не только отрабатывать действия машиниста, диспетчера и т.д., но и организовывать взаимодействие их между собой и с другими дорожными службами. Каждое рабочее место такого комплекса можно рассматривать как тренажер той или иной службы, в то время как совместная их работа по сути дела является реализацией деловой игры, направленной на получение практических навыков работы в системе, обладающей сложными внутренними связями.

Виртуальный тренажер представляет собой программный комплекс, позволяющий проводить физические опыты на компьютере без непосредственного контакта с реальной лабораторной установкой или стендом. Опыт применения виртуальных тренажеров в смежных отраслях говорит об их высокой эффективности и поэтому разработка РГУПСа должна стать первым шагом на пути широкого применения виртуальной реальности в процессе повышения квалификации специалистов железнодорожного транспорта.

Заключение

Применение разработки РГУПСа, по мнению авторов, открывает перспективы широкого применения виртуальной реальности в процессе повышения квалификации специалистов транспортной отрасли, что позволит вывести целый ряд разработанных на сегодняшний момент имитационных моделей и макетов железнодорожного транспорта на качественно новый уровень, применительно к процессу повышения квалификации без отрыва от производства, что особенно важно для работников, дислокация подразделений которых находится в существенном отдалении от ВУЗов железнодорожного транспорта.

Список литературы

1. Шаргун Т.А. Проблема профессиональной подготовки специалистов железнодорожного транспорта в XX – начале XXI столетия // Молодой ученый. 2013. № 9. С. 424-427.
2. Маринов М.Л. Концепция учета влияния профессионального поведения специалистов из состава локомотивных бригад железнодорожного транспорта, на безопасность // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2013: материалы Международной научно-практической конференции. СПб. Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко РАН. 2013. С. 41-49.
3. Козлов П.А. Оптимизация функциональной структуры транспортного узла // Наука и техника транспорта. 2005. № 1. С. 17-31.
4. Кокурин И.М., Тимченко В.С. Методы определения «узких мест», ограничивающих пропускную способность железнодорожных направлений // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2013. Выпуск 1 (34). С. 15-22.
5. Рахмангулов А.Н., Кайгородцев А.А. Применение имитационного моделирования в предпроектной оценке варианта размещения распределительного центра продукции промышленного предприятия // Имитационное моделирование. Теория и практика: Сборник докладов четвертой всероссийской научно-практической конференции ИММОД-2009. СПб.: ОАО «ЦТСС». 2009. Том 2. С. 90-95.
6. Константинов Е.В., Тимченко В.С. Применение имитационного моделирования в учебном процессе транспортного ВУЗа // Мир науки. 2015. № 3. С. 24.
7. Виртуальная реальность и девайсы [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://oculus-rift.ru/virtual-reality-and-devices/>. (25.03.2016)/.
8. Колесников В.И., Верескун В.Д., Сухорукова Н.Н., Барышников К.В., Денисенко Ю.В., Елистратов Д.А. Применение на железнодорожном транспорте тренажеров с исполь-

зованием практики деловых игр [Электронный ресурс]. Режим доступа: vgd.rgups.ru/1.doc. (25.03.2016).

УДК 658

ДРЕСС-КОД КАК ФАКТОР УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ КУЛЬТУРОЙ ПЕРСОНАЛА В ОРГАНИЗАЦИЯХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Черняева Галина Владимировна – кандидат философских наук, доцент, факультет государственного управления, кафедра управления персоналом, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Аннотация. Раскрываются важность дресс-кода для повышения конкурентоспособности организаций, а также инструменты управления дресс-кодом персонала; показаны проблемы и ресурсы управления дресс-кодом персонала в работающих с клиентами организациях железнодорожного транспорта.

Ключевые слова: управление организационной культурой, проблемы управления организационной культурой в организациях железнодорожного транспорта, дресс-код персонала, инструменты управления дресс-кодом.

DRESS CODE AS A FACTOR IN THE MANAGEMENT OF ORGANIZATIONAL CULTURE OF PERSONNEL IN THE ORGANIZATIONS OF RAILWAY TRANSPORT

Chernyaeva Galina V. – PhD, Associate Professor, Department of Personnel Management, Lomonosov Moscow State University, Faculty of Public Administration

Abstract. Reveals the importance of dress code to enhance the competitiveness of organizations, as well as management tools dress code of staff; to highlight the problems and resources of the office dress code of staff working with clients in organizations of railway transport.

Keywords: management organizational culture, management problems of organizational culture in the organization of railway transport, dress code of personnel, management tools dress code.

В современных российских организациях железнодорожного транспорта большое внимание уделяется формированию сильной и эффективной организационной культуры, нацеленной на повышение качества оказываемых услуг и расширение спроса на них как среди россиян, так и среди зарубежных клиентов. Вместе с тем, есть и мало используемые ресурсы, в частности, такое направление управления организационной культурой, как разработка и управление дресс-кодом персонала.

Дресс-код – это термин, обозначающий вводимый в организации пакет норм, требований, предписаний, правил и рекомендаций, касающихся внешнего вида сотрудников на рабочем месте. Считается, что понятие «дресс-код» пришло из английского языка.

Различают немало *разновидностей дресс-кода*, в том числе: Formal attire (строгий вечерний гардероб); Semi-formal (коктейльный престижный гардероб); After Five или (A5, «после пяти» - нестрогий вечерний гардероб); разновидности Casual (С, непринужденный деловой гардероб): Casual baseline (Сb, базовый повседневный дресс-код); Casual mainstream (Сm, общепринятый повседневный гардероб, «офисный стиль»); Executive casual (Сe, руководящий повседневный гардероб); Casual after 5 (A5c, непринужденный вечерний гардероб);

Sport Casual (непринужденный спортивный стиль); Business Traditional (Btr, обычный деловой гардероб для ежедневных деловых встреч); Business Best (Bb, гардероб для важных приемов и деловых встреч); Cocktail (гардероб для неформальных вечерних мероприятий) и др. [1-3]. Такое многообразие дресс-кодов, которые не просто используются, а во многих компаниях декларируются, а на некоторых мероприятиях строго контролируются, на наш взгляд, свидетельствует о том, что дресс-код выполняет весьма важные функции.

Особенно актуальным является управление внешним видом сотрудников транспортной организации, которые напрямую взаимодействуют с клиентами организации (проводников, начальников поездов, машинистов и помощников машинистов, официантов вагонов ресторанов, кассиров-операторов касс, администраторов и т.д.). Именно поэтому для работников железнодорожного транспорта, непосредственно участвующих в организации движения поездов и обслуживании пассажиров на государственном уровне приняты нормативные документы, согласно которым «для работников железнодорожного транспорта общего пользования, непосредственно участвующих в организации движения поездов и обслуживании пассажиров, при исполнении служебных обязанностей предусматривается ношение форменной одежды. Знаки различия и порядок их ношения с форменной одеждой определяются федеральным органом исполнительной власти в области железнодорожного транспорта» [4]. Есть аналогичные нормы и для других видов транспорта [5].

Управление дресс-кодом персонала преимущественно направлено на формирование:

- высокой производственной дисциплины у сотрудников;
- внешней привлекательности профессий, то есть работает на привлечение персонала в организацию и его удержание;
- быстрой идентификации персонала и, соответственно, расширения возможности оперативного решения возникающих проблем;
- приятных эстетических восприятий и положительных эмоций как у внешних участников деятельности организации, так и у персонала организации;
- позитивного внешнего и внутреннего имиджа как отдельных сотрудников и руководителей, так и в целом – подразделений и организаций;
- деловой репутации надежного и комфортного транспортного средства;
- доверия потребителей к качеству оказываемых транспортной организацией услуг;
- устойчивых установок у потребителей на дальнейшее использование данного транспортного средства и данной транспортной компании.

Управление дресс-кодом предполагает включение в планы работы менеджеров следующих мероприятий:

- *формирование пакета общих требований к внешнему виду персонала* со стороны руководителей организации и определение этапов и сроков реализации проекта по введению дресс-кода;
- *обсуждение и принятие конкретных норм дресс-кода* на коллективных мероприятиях, что повышает реализуемость требований персоналом;
- *оказание индивидуальной помощи персоналу* в формировании отвечающей принятым нормам одежды, а также консультаций по формированию других компонентов дресс-кода;
- *постепенное, поэтапное введение новых норм дресс-кода* в подразделениях организации, начиная с их руководителей, что снижает сопротивление изменениям со стороны персонала;
- *достаточно детализированный контроль внешнего вида сотрудников*, включающий все «видимые» (визуально наблюдаемые) составляющие внешнего вида сотрудника, в том числе: прическу, макияж, выражение лица, аксессуары и украшения одежды, деловые аксессуары, костюм, носки/чулки/колготки, обувь, сумки;

- организация обучения персонала по формированию персонального имиджа (мастер-классы), повышающие уровень имиджевой компетентности сотрудников и лояльности компании-работодателя;
- организация обучения персонала по формированию коммуникативной компетентности (тренинги, обучающие раздаточные материалы), повышающие уровень культуры общения с клиентами;
- включение ключевых параметров дресс-кода в критерии аттестации персонала, предполагающей не только оценку, но и, в случае необходимости формулирование рекомендаций сотрудникам.

В российских организациях железнодорожного транспорта много делается для управления внешним видом сотрудников, главным образом, за счет введения формы для сотрудников, работающих с клиентами. Но результаты этой работы пока не дотягивают до уровня конкурентов железнодорожных транспортных компаний – авиакомпаний. Разве что персоналу несколько десятков фирменных поездов удается поддерживать безупречно высокий уровень. В данной связи необходимо подчеркнуть, что введение дресс-кода становится новым инструментом формирования организационной культуры и конкурентной борьбы за клиентов на тех видах перевозок, которые ранее пренебрегали этим инструментом управления. Так, в таксопарках обсуждается введение дресс-кода для таксистов [6] и, как сообщает исполнительный директор Транспортной ассоциации московской агломерации Н. Блудян, вводится единый дресс-код для водителей обновленных московских маршруток [7].

Очевидно, что устойчивое отставание в сфере управления дресс-кодом в организациях транспорта по сравнению с авиакомпаниями имеет объективные причины. К примеру, работа машинистов поездов и проводников вагонов зачастую гораздо продолжительнее по времени, по сравнению с продолжительностью полета самолета. Но и в пригородных электропоездах, продолжительность рейсов которых сравнительно невелика, за исключением скоростных электропоездов также не заметно внимание к управлению дресс-кодом сотрудников.

Наиболее вероятными причинами такого положения дел нам представляются:

- ослабление традиций и формализация схем управления внешним видом персонала;
- невнимание руководителей организаций железнодорожного транспорта к дресс-коду как фактору организационной культуры;
- снижение требований к внешнему виду и уровню культуры при подборе и обучении персонала в отрасли;
- недостаточно комфортное оформление и устаревшее оборудование рабочих мест и туалетных комнат для персонала;
- отсутствие соответствующих программ обучения и консультативной помощи для сотрудников, работающих с клиентами.

Перед тем, как вводить дресс-код в организации, необходимо тщательно изучить нормативную базу. Е.Ю. Забрамная обращает внимание руководителей на некоторые важные моменты, в том числе на то, что нельзя оштрафовать, или тем более, уволить работника за нарушение дресс-кода, если в организации нет соответствующих, не противоречащих государственным законам и нормативным документам, внутренних нормативных актов. Она пишет, что «в некоторых случаях можно уменьшить премию, если это правильно оформить... Бухгалтер, которому зачастую приходится оформлять «карательные» приказы, должен четко понимать, когда за нарушение «одежных» требований можно наказать работника на законном основании, а когда – нет» [8].

Поэтому специалисты достаточно часто рекомендуют воздействовать на персонал не административными, неформальными методами и мотивировать сотрудников к строгому соблюдению дресс-кода такими стимулами, как карьерный рост, уважение к руководителям, лояльность к организации, во многих случаях работает даже личная просьба руководителя.

Интересными соображениями и наблюдениями о введении дресс-кода делится О.В. Егорова, предлагая разработать внутренний документ – Положение «О фирменном стиле одежды», увязав его «с иными актами, устанавливающими трудовые обязанности работников. Это касается, прежде всего, Правил внутреннего трудового распорядка (ПВТР) и должностных инструкций. В ПВТР желательно зафиксировать обязанность сотрудников организации выполнять нормы служебного этикета в одежде.

В соответствии с унифицированной структурой должностной инструкции» [9]. При этом предлагается включить в документ 3 части: «Обязательные правила при выборе одежды», «Рекомендации по стилю одежды для мужчин», «Рекомендации по стилю одежды для женщин», а в заключительной части («Заключительных положениях») предусмотреть меры поощрения для лучших сотрудников, которые в течение определенного периода (месяца, квартала, года) стали лидерами фирменного стиля одежды.

Такое «Положение о dress code», хотя и не является локальным нормативным актом, не порождает прав и обязанностей для сторон трудового правоотношения. Оно становится эталонным документом, переводя дресс-код организации или подразделения из негласного в другую категорию – *гласного дресс-кода*. При этом появляется возможность четко отделить требования к различным категориям сотрудников, в частности, требования к внешнему виду персонала фронт-офисов, непосредственно осуществляющих работу с клиентами, и бэк-офисов, занимающихся деятельностью внутри компании: финансово-аналитической, информационно-технологической, технической, вспомогательной и др.

Опираясь на опыт управления формированием нового дресс-кода, руководителям легче развивать другие направления управления организационной культурой, так как положенное тем самым начало внедрения изменений способствует формированию у персонала новых культурных потребностей и формированию установок и ожиданий позитивных изменений в организации.

Список литературы

1. Правила дресс-кода // HR-RU. [Электронный ресурс] URL: <http://hr.ru.com/2010/09/pravila-dress-koda/> (дата обращения: 05.11.2016).
2. Донецкая Е. Dress code. Как в нем не запутаться? 2013, 27 ноября. [Электронный ресурс] URL: <http://lat-elenka.livejournal.com/2290324.html> (дата обращения: 04.11.2016).
3. Елисеева Н. Правила дресс-кода для женщин. 2011. 25 марта. [Электронный ресурс] URL: <http://mirsovetov.ru/a/fashion/clothes/dress-code.html> (дата обращения: 04.11.2016).
4. Федеральный закон от 10.01.2003 № 17-ФЗ «О железнодорожном транспорте в Российской Федерации». [Электронный ресурс] URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=117251;div=LAW;dst=100252> (дата обращения: 05.11.2016).
5. Приказ Минтранса РФ от 24.06.1992, № ДВ-69 (ред. от 17.05.1993) «О форменной одежде» (вместе с «Порядком выдачи форменной одежды работникам воздушного транспорта», «Правилами ношения форменной одежды и знаков различия работниками воздушного транспорта») // <http://ppt.ru/newstext.phtml?id=59804> (дата обращения: 05.11.2016).
6. Закржевский Г. Дресс-код для таксиста // Транспортный вестник. – 2011, 07 июля. – № 27 (5670). [Электронный ресурс] URL: <http://www.transport-gazeta.by/index.php/article/1453/number/27/07-07-2011/dress-kod-dlya-taksista> (дата обращения: 05.11.2016).
7. Андреева А. Для водителей маршруток установят дресс-код 2016, 20 сентября // The Village. [Электронный ресурс] URL: <http://www.the-village.ru/village/city/transport/245695-dress-code> (дата обращения: 04.11.2016).
8. Забрамная Е.Ю. Дресс-код: разумная необходимость или причуда работодателя? // Главная книга. 2011. № 21. [Электронный ресурс] URL: <http://glavkniga.ru/elver/2011/21/365->

dress_kod_razumnaja_neobkhodimosti_prichuda_rabotodatelja.html (дата обращения: 05.11.2016).

9. Егорова О.В. Во всех ли душечка нарядах хороша? Или Дресс-код – «за» и «против» // Пропер. 2010, 24 июня. [Электронный ресурс] URL: <http://www.pro-personal.ru/article/6863-vo-vseh-li-dushechka-naryadah-horosha-ili-dress-kod-za-i-protiv> (дата обращения: 04.11.2016).

УДК 614.83+656.2+656.08

О ПРОБЛЕМЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ПОЖАРА В ДВУХЭТАЖНЫХ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНАХ

Таранцев Александр Алексеевич – доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С.Соломенко Российской академии наук, профессор ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Иванов Сергей Александрович – заместитель начальника института профессиональной подготовки ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Наумушкина Ксения Альбертовна – слушатель ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Столярова Александра Анатольевна – магистрант Института транспортной техники и систем управления ФГБОУ ВО Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II

Аннотация. Рассмотрены вопросы моделирования развития пожаров в перспективных двухэтажных купейных пассажирских вагонах. Показана перспективность исследования опасных факторов пожара в таком вагоне с помощью компьютерных моделирующих программ. Выявлен повышенный риск при пожаре для пассажиров 2-го этажа. Предложены варианты обеспечения безопасности пассажиров при пожаре.

Ключевые слова: двухэтажный пассажирский вагон, опасные факторы пожара, компьютерное моделирование.

ON THE MODELING OF FIRE EFFECTS IN A TWO-STOREY PASSENGER CARS

Tarantsev Alexander A. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Laboratory of Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences; Professor of the FSBEU HE Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia

Ivanov Sergey A. – Deputy Head of Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia

Naumushkina Kseniya A. – student of Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia

Stolyarova Alexandra A. – undergraduate of Transport equipment and control systems Institute, Moscow State University of Railway Engineering (MIIT)

Abstract. The problems of simulation of fires in the perspective of two-storey compartment coaches. The perspective of the study of fire hazards in a car with the help of computer modeling programs. Revealed an increased risk of a fire for passengers of the 2nd floor. The variants of passenger safety in case of fire.

Keywords: two-storey passenger car, fire hazards, computer simulation.

В рамках обеспечения комфортности пассажироперевозок ОАО "РЖД" осуществляет переход от закупки наиболее популярных у пассажиров плацкартных вагонов к двухэтажным вагонам-купе [1]. До 2020 г. планируется списать 4,7 тысяч плацкартных вагонов, заменяя их двухэтажными. По словам главы департамента транспортного и специального машиностроения Александра Морозова, двухэтажные вагоны считаются более эффективными, их использование снижает издержки до 30%.

Однако у многих пассажиров и специалистов возникают обоснованные сомнения относительно пожарной безопасности таких вагонов [2]. Действительно, у новых вагонов, в отличие от традиционных одноэтажных, есть специфические недостатки - от избыточного количества электрооборудования до большего числа пассажирских мест (увеличилось с 36 до 64), что может создать проблемы при эвакуации пассажиров, особенно со 2-го этажа.

И если процессы развития и тушения пожаров традиционных пассажирских вагонов, а также порядок эвакуации и спасения пассажиров из них достаточно изучены [3-5], то опыта тушения и спасения людей из двухэтажных вагонов у нас пока нет. Проблема осложняется ещё и тем, что, в отличие от возможностей Советского Союза, когда на полигоне ВНИИПО МВД СССР проводились натурные эксперименты по исследованию горения и тушению пассажирских вагонов, нынешние экономические условия не позволяют это сделать.

Тем не менее, современные возможности компьютерной техники позволяют провести моделирование развития опасных факторов пожара (ОФП) [6] в объёмах различной конфигурации, в т.ч. и в пассажирских вагонах. В частности, существует профессиональное программное обеспечение "FireCat" для расчётов пожарного риска с учётом эвакуации людей. Программа "PyroSim" является самой популярной для быстрой и точной работы с симулятором динамики огня Fire Dynamics Simulator (FDS). "PyroSim" представляет собой графический пользовательский интерфейс для FDS, который позволяет быстро и удобно создавать, редактировать и анализировать развитие ОФП - строить динамику полей ОФП и определять тем самым время блокирования путей эвакуации, интерактивно просматривать и редактировать свойства объектов в модели.

В рамках оценки пожарной безопасности двухэтажного пассажирского вагона с помощью программы "PyroSim" была задана планировка этого вагона (рис.1) и смоделировано распространение некоторых ОФП в нём – повышенной температуры среды и снижения видимости в дыму.

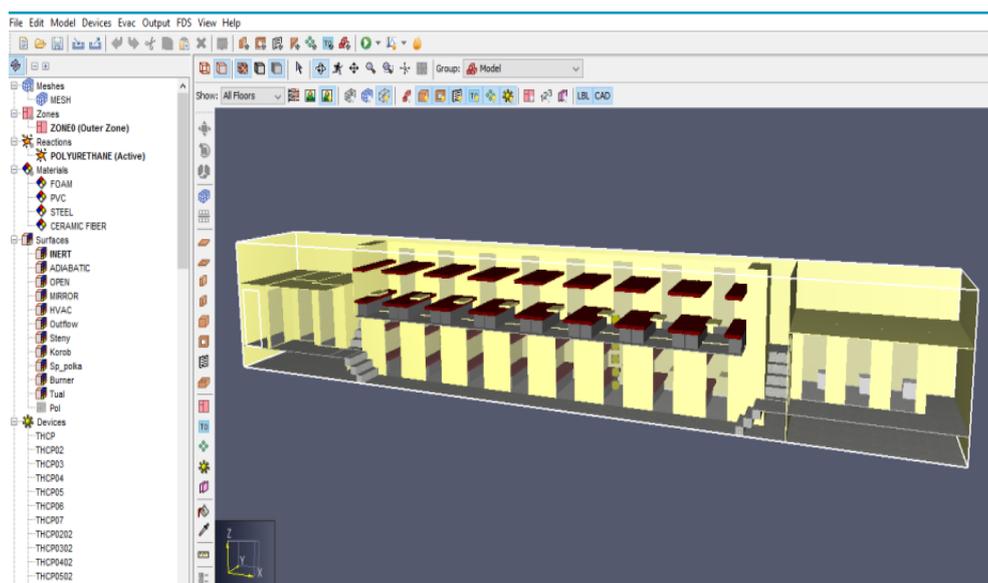


Рисунок 1 – Представление в PyroSim'е пассажирского двухэтажного купейного вагона (модель 61-4465) со спальными местами

Для примера очаг возгорания был установлен во 2-м купе 1-го этажа, расчётное время развития пожара – 600 с.

На рис. 2, 3 и 5 показаны поля ОФП в вагоне на 4-й минуте пожара, на рис. 3 – динамика температуры во 2-м купе, где и произошёл пожар.

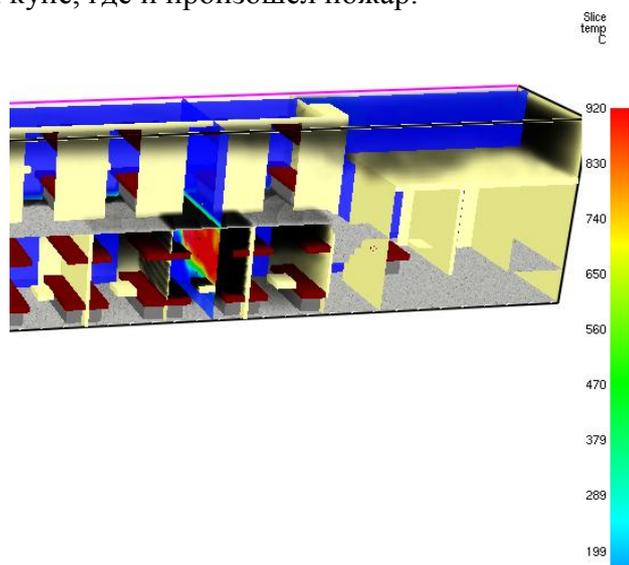


Рисунок 2 – Возгорание во 2-м купе (4-я минута пожара)

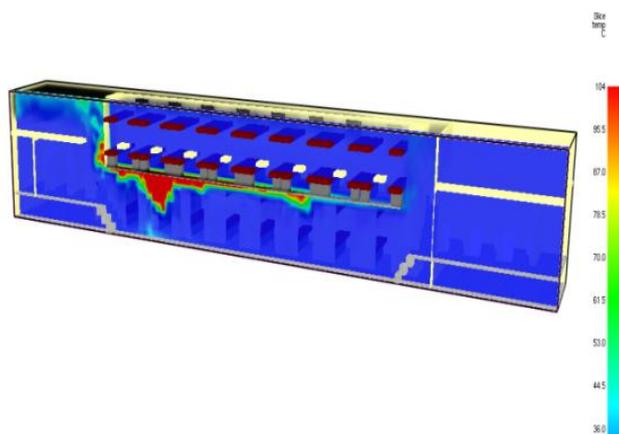


Рисунок 3 – Поле температур в вагоне на 4-й минуте

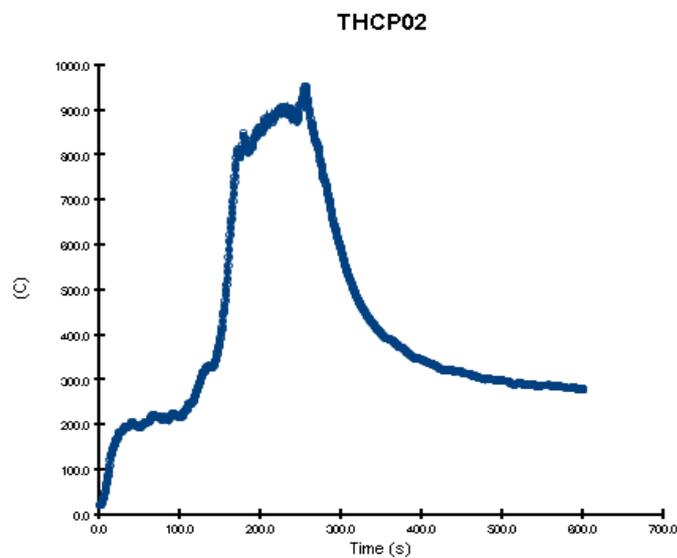


Рисунок 4 – График изменения температуры во 2-м купе

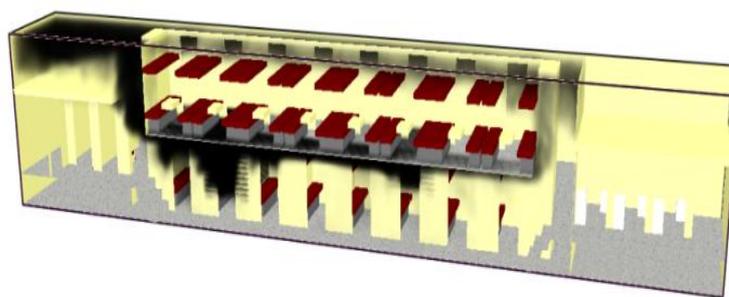


Рисунок 5 – Задымление помещения вагона (4-я минута пожара)

Как показало моделирование, несмотря на то, что очаг возгорания незначительный, происходит достаточно быстрый рост температуры и задымление помещения вагона. Дым быстро проникает на 2-й этаж и в надпотолочные отсеки. Это может создать серьёзную угрозу при эвакуации пассажиров со 2-го этажа, так как блокируются выходы с двух сторон, а самоспасание через окна чревато травмированием ввиду достаточно большой высоты над насыпью железной дороги – порядка 3,5 м.

В несколько меньшей опасности при пожаре окажутся пассажиры 1-го этажа ввиду возможности самоспасания через окна с механизмами вскрытия. Тем не менее, токсичные продукты горения отделки вагона и спальных мест будут представлять угрозу всем. Такая ситуация наиболее опасна в ночное время, когда большинство пассажиров спит.

Как показало обсуждение полученных результатов со специалистами, компьютерное моделирование развития ОФП достаточно правдоподобно отражает реальный процесс пожара в вагоне и может эффективно использоваться для выявления наиболее опасных вариантов пожара и оценки необходимого времени эвакуации.

Таким образом, компьютерное моделирование позволяет достаточно объективно исследовать динамику ОФП при пожаре в двухэтажном пассажирском вагоне и оценить опасность для пассажиров обеих этажей. Ввиду того, что пожар для пассажиров 2-го этажа будет представлять бóльшую опасность, представляется необходимым предусмотреть дополнительные меры безопасности – принудительную противодымную вентиляцию, сигнализацию и оповещение в каждом купе, механизмы вскрытия крыши вагона для выпуска высокотемпературных продуктов горения, надувные трапы (по типу самолётных) и др., чему будут посвящены следующие статьи.

Список литературы

1. Руководство по эксплуатации 4465.00.00.000 РЭ "Вагон пассажирский двухэтажный купейный со спальными местами. Модель 61-4465".
2. Таранцев А.А., Иванов С.А., Наумушкина К.А. О проблеме безопасности двухэтажных вагонов // Материалы Юбилейной международной НПК «Транспорт России: проблемы и перспективы-2015». 24-25.11.2015. Том 2. С.166-169.
3. Вагоны пассажирские. Требования пожарной безопасности. ВНПБ-03. М.: МПС РФ. 2003.
4. Организация и тактика тушения пожаров в подвижном составе железнодорожного транспорта (рекомендации). М.: ВНИИПО МВД СССР. 1987.
5. Руководство по тушению пожаров на железнодорожном транспорте. М.: МПС РФ. 2001.
6. Федеральный закон РФ от 22.07.2008 (с изменениями) №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

ПРИМЕНЕНИЕ ВЫТЕСНЯЮЩЕЙ ВЕНТИЛЯЦИИ В ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТОННЕЛЕ НА УЧАСТКЕ КЫЗЫЛ-КУРАГИНО

Павлов Станислав Александрович – кандидат технических наук, научный сотрудник лаборатории рудничной аэродинамики Института горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН, г. Новосибирск

Аннотация. Рассмотрены результаты численного моделирования системы вентиляции железнодорожного тоннеля на участке Кызыл-Курагино при штатных и аварийных режимах.

Ключевые слова: воздухораспределение, система вентиляции, вытесняющая вентиляция, железнодорожный тоннель, задымление тоннеля.

USING THE DISPLACEMENT VENTILATION IN RAILWAY TUNNELS ON THE AREA OF KYZYL-KURAGINO

Pavlov Stanislav Al. – Ph.D., Research Officer of the Laboratory of mine aerodynamics of the Chinakal Institute of Mining of the Siberian Branch of the Russian Academy of Science.

Abstract. The results of the numerical calculation of the ventilation system of railway tunnel on the area of Kyzyl-Kuragino at normal and emergency conditions were considered in the article.

Keywords: air distribution, system of ventilation, displacement ventilation, railway tunnel, smoke tunnel.

Введение

Железнодорожный тоннель на участке Кызыл-Курагино в Ермаковском районе Красноярского края (рис.1) проектируется однопутным для движения пассажирских и грузовых поездов. Общая протяженность тоннеля составляет 2736 м. При такой протяженности, согласно п. 3.11 СНиП [1], допускается делать тоннели без вспомогательной штольни, поэтому система вентиляции в проекте была принята с учетом этого фактора.

Согласно требованиям п. 7.26 СНиП [1], вентиляция должна обеспечивать эксплуатацию железнодорожного тоннеля в следующих штатных режимах:

А – нормальный – осуществляется безостановочное движение транспорта с максимальной разрешенной скоростью при интенсивности, соответствующей часу "пик";

Б – замедленный – осуществляется безостановочное движение транспорта со скоростью менее 20 км/ч;

В – транспортная пробка – имеет место остановка транспорта с работающими двигателями длительностью до 15 мин.

Особенностью эксплуатации рассматриваемого участка железной дороги, является использование тепловозной тяги. На участке расположения тоннеля предполагается задействовать для перевозки грузов составы с двумя спаренными локомотивами серии 3ТЭ70, мощность которых составляет 18000 кВт. В процессе движения подвижного состава по тоннелю будет выделяться значительное количество вредных веществ, которое может привести к нарушению нормальных условий эксплуатации тоннеля. В соответствии с [1] для нормального режима эксплуатации тоннеля (режим А) учитывается предельно допустимая концентрация оксида углерода (СО) как индикатора всего набора выхлопных газов в воздухе, а для режимов Б и В – оксид азота (в пересчете на NO₂) и сажу. Дополнительным условием для создания штатного режима эксплуатации тоннеля является обеспечение в воздухе минимально-

допустимой концентрации кислорода, необходимой для эффективной работы дизельных двигателей.

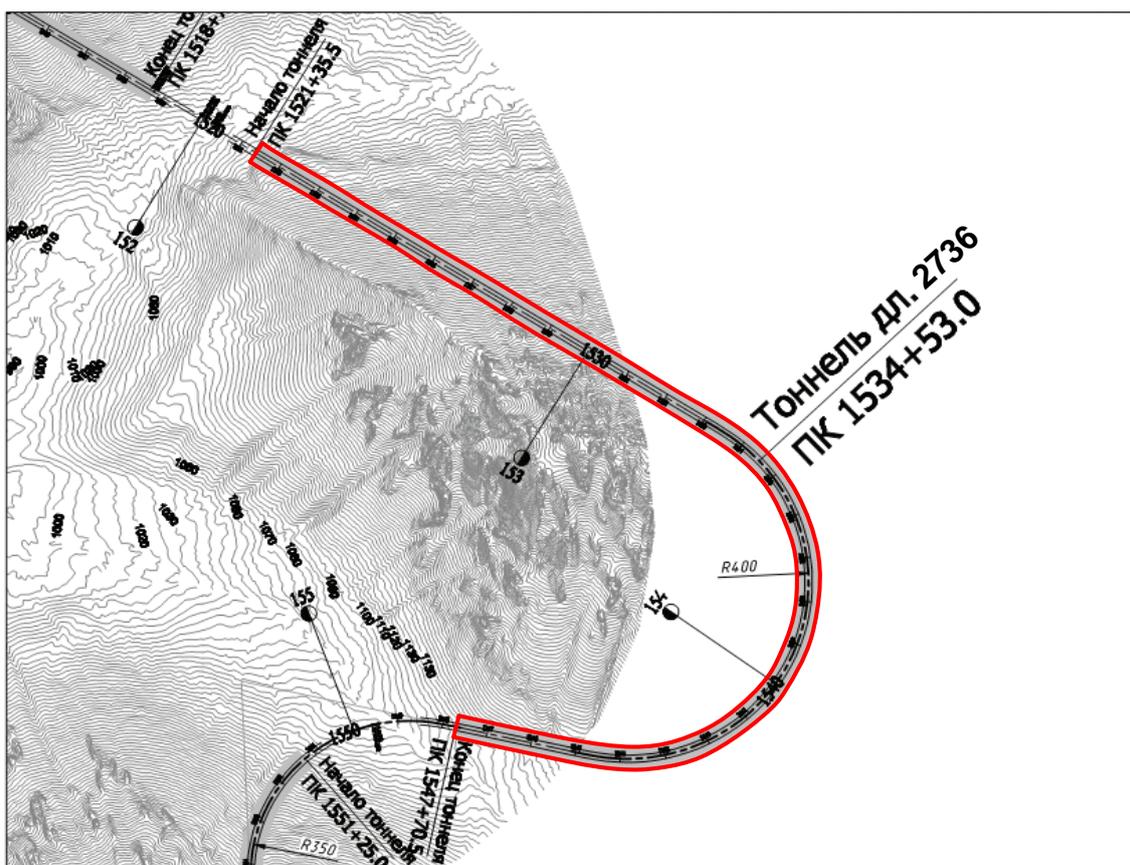


Рисунок 1 – План тоннеля на участке Кызыл-Курагино

Проведенные расчеты показали, что для поддержания требуемой ПДК за время движения по тоннелю поезда, необходимо подавать воздух с производительностью:

- в режиме А – 521 м³/с;
- в режиме Б – 5896 м³/с;
- в режиме В – 1702 м³/с.

Такой расход невозможно создать выпускаемыми в настоящее время отечественными и зарубежными тоннельными вентиляторами. В период прохождения грузовых поездов по тоннелю отсутствует возможность для снижения содержания вредных примесей в воздухе до нормативных значений. Поэтому задача вентиляции состоит в полной очистке воздушной среды от продуктов сгорания топлива перед входом в тоннель каждого следующего поезда, т.е. вентиляция должна строиться на «компенсационном» принципе. Вредности должны быть удалены за интервал движения поездов по тоннелю, который составляет 25 минут.

Принятая первоначально в проекте система приточно-эжекционной вентиляции по схеме Саккардо не справится с проветриванием из-за высокой протяженности тоннеля, при том, что динамический импульс затухает на расстоянии 40-50 калибров тоннеля [2]. Криволинейность рассматриваемого тоннеля приведет к еще большей скорости затухания воздушной струи. Это приведет к скоплению вредностей в воздухе тоннеля выше предельно допустимых концентраций. А самое главное, при использовании системы Саккардо, как и струйных вентиляторов в тоннелях свыше 1 км, не удастся обеспечить нормативные скорости воздуха на путях эвакуации пассажиров и обслуживающего персонала из тоннеля при остановке в нем горящего поезда.

Согласно требованиям п. 7.35 СНиП [1], в случае пожара система вентиляции с искус-

ственным побуждением должна быть реверсивной и обеспечивать:

- а) устойчивость заданного направления движения вентиляционного потока;
- б) незадымленность путей эвакуации до ее завершения путем создания подпора воздуха не менее 20 Па;

Поэтому в статье рекомендовано применить в проекте припортальные венткамеры с устройством ворот в устье рассматриваемого тоннеля (прим. 2 к п. 7.28 СНиП [1]), что допустимо для местности с суровым климатом.

Для создания требуемого воздухораспределения используются тоннельные вентиляторы в венткамерах на порталах, как активные средства регулирования, и ворота – как пассивные. В воротах предусмотрены двери для прохода эвакуирующихся людей.

Приточная вентиляция вытеснением является более высокоэффективным методом воздухообмена для тоннелей с закрывающимися порталными воротами. При закрытых воротах, воздух подается в тоннель у одного портала и движется вдоль него, вытесняя воздух с отработанными газами в сторону другого портала. Граница чистого воздуха движется со скоростью вентиляционного потока. Когда эта граница дойдет до противоположного портала, воздух в тоннеле полностью обновится. Для этого нужно будет подать в тоннель количество воздуха, равное внутреннему объему тоннеля, т.е. произвести однократный воздухообмен за интервал между проходами поездов.

К преимуществам данного вида приточной вентиляции можно отнести следующее:

- приточная вентиляция вытеснением удобна на объектах с большим количеством вредных примесей в воздухе;
- правильно спроектированная приточная вентиляция способна обеспечить полный воздухообмен в тоннеле и имеет высокий коэффициент полезного действия.

При расчетах системы вентиляции рассмотрены режимы для поезда, стоящего в тоннеле полностью или зашедшего в него частично. Кроме того, в расчетах была принята вентиляционная камера с определенными проходными сечениями (рис. 2).

В этой работе представлены результаты расчета воздухораспределения на сетевой математической модели, учитывающей поршневое действие поезда [3-6], при его движении от пикета (ПК) 1520 к пикету (ПК) 1548. В случае движения поезда в обратном направлении от ПК 1548 к ПК 1520 режим работы системы тоннельной вентиляции в штатных и аварийных вариантах меняется на симметрично-противоположный.

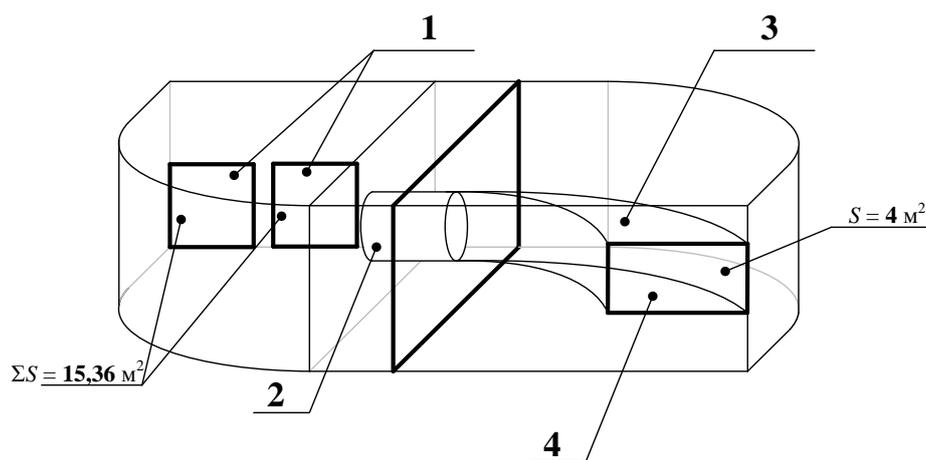


Рисунок 2 – Схема вентиляционной камеры, использованной при расчете: 1 – воздухозабор; 2 – вентилятор; 3 – воздуховод; 4 – выход в тоннель.

Режим А – нормальный

В режиме А рассмотрена ситуация, когда поезд прошел по тоннелю и следом за ним порталы закрылись воротами (рис. 3). В четырех венткамерах (ВК) включены вентиляторы

типа ВОМД-24 с углом установки лопаток рабочего колеса 45° , два на приток (ВК 1, ВК 2) и два на вытяжку (ВК 3, ВК 4). Потребовалось оценить за какой промежуток времени вентиляционные установки справятся с полным проветриванием всего тоннеля от отработанных газов дизельных установок локомотива. При подаче максимально возможного расхода упомянутыми вентиляторами $122,5 \text{ м}^3/\text{с}$, воздух в тоннеле полностью обновится за $817 \text{ с} \approx 14 \text{ мин}$. Поскольку внутренний объем тоннеля равен $100\,056 \text{ м}^3$, то за 25 минут интервала между поездами через него переместится $1,8$ его объемов воздуха.

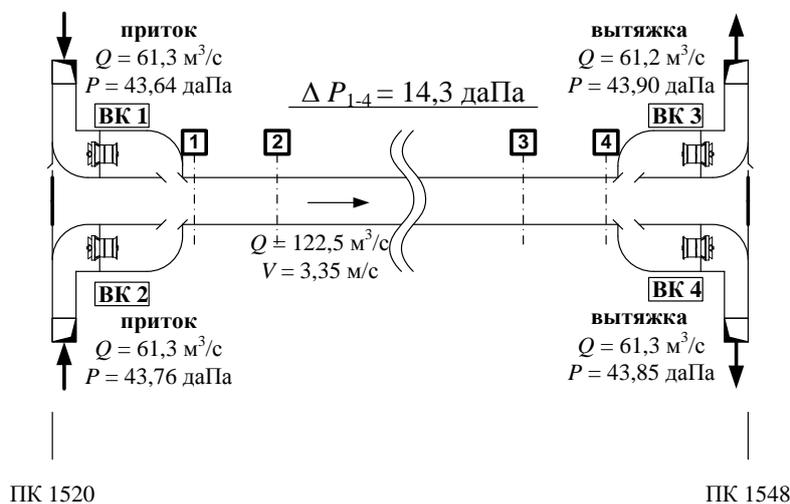


Рисунок 3 – Схема включения тоннельной вентиляции в режиме А и достигнутое воздухо-распределение после прохода поезда

В качестве сравнения было рассмотрено воздухораспределение от поршневого действия проходящего по тоннелю поезда, при его движении со скоростью 60 км/ч (или $16,7 \text{ м/с}$). При открытых воротах на порталах, вентиляторы выключены, их венткамеры закрыты вентиляционными клапанами. За время прохождения поезда через тоннель (164 секунда), своим поршневым действием, он переместит $81 \text{ м}^3/\text{с} \cdot 164 \text{ с} = 13284 \text{ м}^3$ воздуха, что составляет 13% от требуемого однократного воздухообмена. Следовательно, поршневого эффекта недостаточно, чтобы проветрить тоннель.

Для интенсификации проветривания (рис. 4), рассмотрен вариант, когда поезд полностью вошел в тоннель со скоростью 60 км/ч , ворота на портале ПК 1520 позади него закрылись и включились на приток два вентилятора типа ВОМД-24 (ВК 1, ВК 2) с углом установки лопаток рабочего колеса 45° .

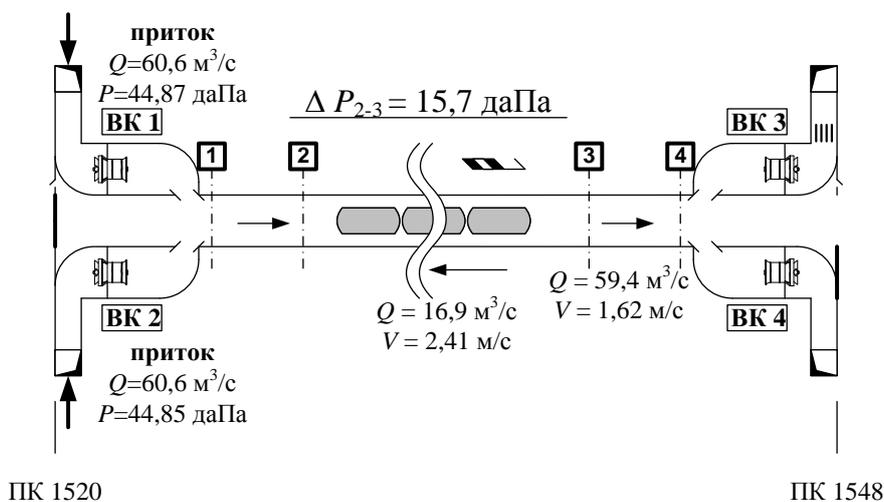


Рисунок 4 – Схема включения тоннельной вентиляции в режиме А и достигнутое воздухо-распределение при движении поезда в тоннеле

Ворота на портале ПК 1548 впереди поезда открыты, вентиляторы выключены.

Такой способ позволяет начать вытеснение отработанных газов дизельных установок локомотива еще до того момента, как состав покинет тоннель. При этом кабина машинистов будет находиться в струе чистого воздуха.

Режим Б – замедленный

В режиме Б рассмотрена ситуация интенсификации проветривания (рис. 5), когда поезд полностью вошел в тоннель и движется со скоростью 20 км/ч (или 5,6 м/с). Ворота на портале ПК 1520 позади поезда закрылись и включились на приток два вентилятора типа ВОМД-24 (ВК 1, ВК 2) с углом установки лопаток рабочего колеса 45° . Ворота на портале ПК 1548 впереди поезда открыты, вентиляторы выключены.

Как показал анализ результатов, при замедленном движении поезда (исходя из расчетов, при скорости ниже 40 км/ч), нельзя использовать способ интенсификации проветривания тоннеля. Скорость вытеснения воздуха с отработанными газами будет выше скорости движения поезда и это приведет к задымлению тоннеля впереди кабины машинистов, что нежелательно.

Режим В – транспортная пробка (остановка до 15 мин с работающим двигателем)

В случае транспортной пробки, когда поезд полностью вошел в тоннель и остановился в нем, оба портала закрываются воротами. В четырех венткамерах включаются вентиляторы типа ВОМД-24 с углом установки лопаток рабочего колеса 45° , два на приток (ВК 1, ВК 2) и два на вытяжку (ВК 3, ВК 4).

Весь вытесняемый воздух с отработанными газами вытягивается вентиляторами впереди поезда, поэтому пассажирские вагоны и кабина машинистов, на время ожидания, находятся в струе чистого воздуха.

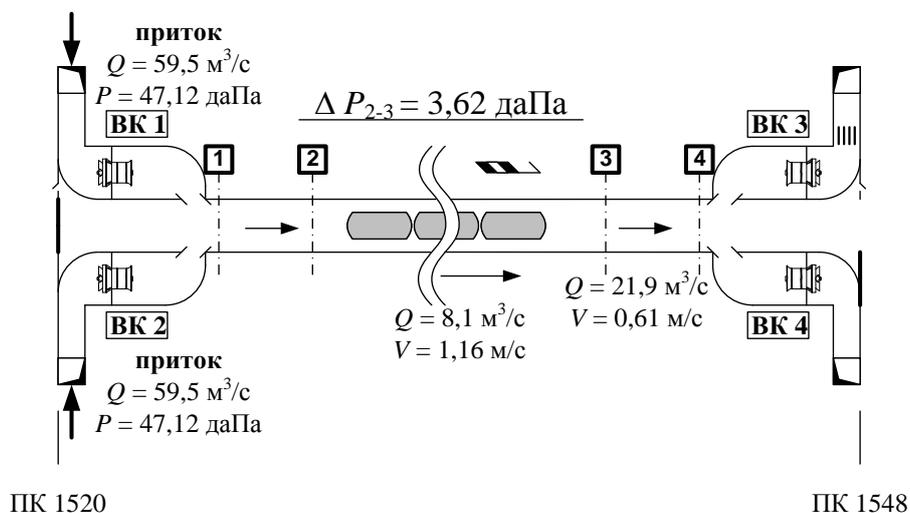


Рисунок 5 – Схема включения тоннельной вентиляции в режиме Б и достигнутое воздушно-распределение при замедленном движении поезда в тоннеле

Аварийные режимы

Вариант 1. Поезд полностью вошел в тоннель, загорелся головной локомотив и состав остановился (рис. 6).

Для реализации аварийного режима работы тоннельной вентиляции необходимо закрыть оба портала воротами. В четырех венткамерах, аналогично штатному режиму В, включаются вентиляторы типа ВОМД-24 с углом установки лопаток рабочего колеса 45° , два на приток (ВК 1, ВК 2) и два на вытяжку (ВК 3, ВК 4). Эвакуация пассажиров и рабочего персонала происходит в сторону портала ПК 1520, навстречу людям через венткамеры ВК 1 и ВК 2 поступает чистый воздух со скоростью 1,43 м/с (скорость воздуха в зазоре между по-

ездом и обделкой тоннеля составит 7,44 м/с). При этом перепад давления на аварийном участке составит 149,6 даПа.

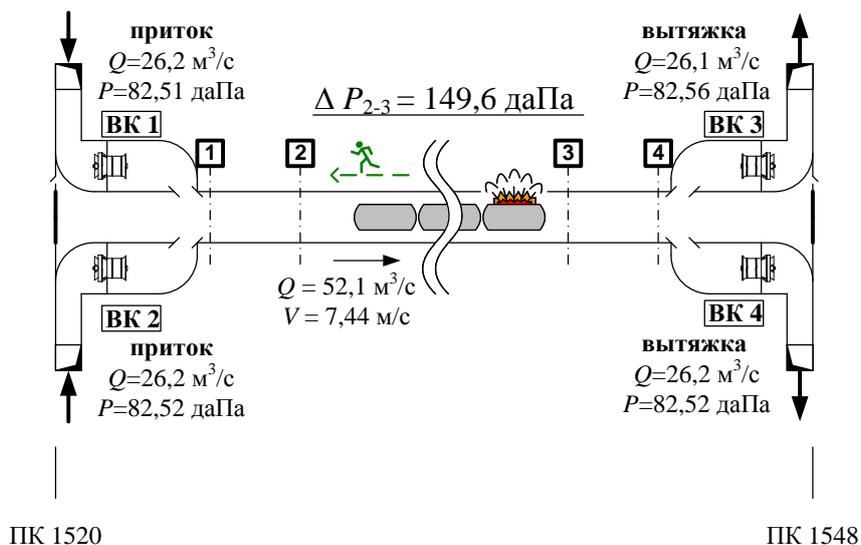


Рисунок 6 – Схема включения тоннельной вентиляции при пожаре поезда в тоннеле и достигнутое воздухораспределение

Вариант 2. Поезд вошел в тоннель не полностью, загорелся головной локомотив и состав остановился. Ворота на портале ПК 1520 не могут закрыться, поскольку им мешает поезд. Для реализации аварийно режима тоннельной вентиляции необходимо закрыть ворота на портале ПК 1548. Включить на вытяжку два вентилятора типа ВОМД-24 (ВК 3, ВК 4) с углом установки лопаток рабочего колеса 25° . Эвакуация происходит вдоль поезда в сторону портала ПК 1520, навстречу людям через венткамеры ВК 1 и ВК 2 поступает чистый воздух со скоростью 0,95 м/с. При этом перепад давления на аварийном участке составит 66,4 даПа.

Вариант 3. Поезд вошел в тоннель не полностью, загорелся вагон вблизи порталных ворот ПК 1520 и состав остановился. Ворота на портале ПК 1520 не могут закрыться, поскольку им мешает поезд. Для реализации аварийно режима тоннельной вентиляции необходимо закрыть ворота на портале ПК 1548. Включить на приток два вентилятора типа ВОМД-24 (ВК 3, ВК 4) с углом установки лопаток рабочего колеса 25° . Эвакуация происходит в сторону портала ПК 1548, навстречу людям через венткамеры ВК 3 и ВК 4 поступает чистый воздух со скоростью 0,95 м/с. При этом перепад давления на аварийном участке составит 66,4 даПа.

Выводы

1. Рекомендуется применять интенсификацию штатного проветривания путем включения вентиляторов в тоннеле позади подвижного состава только при скорости движения поезда выше 40 км/ч. При скорости менее 40 км/ч проветривание тоннеля осуществляется методом вытеснения.

2. Предложенная система вентиляции с устройством венткамер и ворот, расположенных у порталов, обеспечивает нормативный перепад давления при всех возможных вариантах остановки аварийного поезда в тоннеле.

Список литературы

1. СНиП 32-04-97: Тоннели железнодорожные и автодорожные. – М.: Госстрой России. 1998. 22 с.
2. Лугин И.В., Павлов С.А. Исследование режимов работы вентиляции в железнодорожном тоннеле на участке Кызыл-Курагино // Актуальные проблемы механики и машино-

строения: материалы IV Международной научной конференции, 12-14 июня 2014 г. Алматы. 2014. С. 166-172.

3. Красюк А.М. Тоннельная вентиляция метрополитенов // Новосибирск: Наука. 2006. 164 с.

4. Павлов С.А. Вентиляция протяженных транспортных тоннелей без устройства вентиляционных стволов // Фундаментальные и прикладные вопросы горных наук. 2014. Т. 2. № 1. С. 143-148.

5. Лугин И.В., Павлов С.А. Обеспечение требуемых параметров воздухораспределения на путях эвакуации со станции метрополитена в случае пожара или задымления при отказе оборудования тоннельной вентиляции // Сиббезопасность – 2014: материалы научного конгресса. 2014. С. 87-94

6. Красюк А.М., Лугин И.В., Павлов С.А. Об эффекте возникновения циркуляционных колец и их влиянии на воздухораспределение в метрополитене мелкого заложения // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. Новосибирск. 2010. № 4. С. 75-82.

УДК 697.9:625.42

ОБЗОР И АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ СХЕМ УДАЛЕНИЯ ТЕПЛОИЗБЫТКОВ ОТ ХОДОВОЙ ЧАСТИ ПОЕЗДОВ МЕТРОПОЛИТЕНА

Кияница Лаврентий Александрович – инженер, аспирант лаборатории рудничной аэродинамики ФГБОУН Институт горного дела им. Н.А. Чинакала Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск

Аннотация. Проведен обзор современных методик удаления теплоизбытков от ходовой части метropоездов. Определена зависимость коэффициента теплоотдачи блоков пуско-тормозных резисторов от скорости обдувания воздухом из подплатформенного пространства. Определена минимально допустимая скорость обдувания пуско-тормозных резисторов по условию удаления теплоизбытков. Обоснована неэффективность схемы охлаждения блоков пускотормозных резисторов путем обдувания из подплатформенного пространства с использованием воздухораспределителей, работающих на всасывание.

Ключевые слова: метрополитен, станция закрытого типа, тепловыделения, вентиляция, ходовая часть, блок пуско-тормозных резисторов.

REVIEW AND EFFECTIVENESS ANALYSIS SCHEMES REMOVE EXCESS HEAT FROM THE CHASSIS SUBWAY TRAINS

Kiyantsa Lavrenty Al. – engineer, post graduate student of mine aerodynamics laboratory, Chinakal Institute of Mining of the Siberian of the Russian Academy of Science, Novosibirsk

Abstract. A review of modern methods of removing heat release from metro trains running gear. The dependence of the start and stop the heat transfer coefficient of the resistor block air from blowing speed underplatform space. It determines the minimum allowable speed of blowing of the resistor block conditions of excess heat release. It is proved inefficient cooling resistors block by blowing from underplatform space using working on the absorption air distributors.

Keywords: metropolitan, closed-end station, heat release, ventilation, metro trains running gear, resistors block.

Метрополитен – один из современных видов транспорта и важный элемент инфраструктуры современного мегаполиса. Как к месту продолжительного пребывания большого количества людей, к метрополитену предъявляется ряд требований по поддержанию нормативных параметров микроклимата. Для этого требуется разработка новых принципов вентиляции и кондиционирования воздуха. Опыт эксплуатации линий метро в РФ показывает, что значительная часть энергозатрат вентиляционных систем затрачивается на удаление теплоизбытков от ходовой части поездов. Ранее проведенные исследования показали, что основным источником тепловыделений являются блоки пуско-тормозных резисторов (ПТР) [1].

В настоящее время известны следующие схемы удаления теплоизбытков от ПТР. Схема № 1, описанная в работе [2], разрабатывалась для станций колонного типа и имеет следующий недостаток: посредством теплоизолирующего кожуха тепло задерживалось под вагонами и уносилось вместе с поездом в тоннель, где и ассимилировалось с тоннельным воздухом. Т.е. тепловыделения сразу не удаляются из метрополитена, а переносятся из одной его части в другую, по пути накапливаясь в конструкции обделки. Также известны схемы удаления теплоизбытков путем обдувания ПТР из под платформенного пространства с помощью приточных вентиляционных струй (схема № 2 [1]) и с использованием всасывающих вентиляционных струй (схема № 3) [3].

Схема № 2 разработана для станции закрытого типа метрополитена, хотя может применяться и на станциях других типов. Ее работа характеризуется подачей воздуха из-под платформы приточными струями непосредственно на блоки ПТР, что влечет за собой охлаждение блоков ПТР и создание шибирующего эффекта, препятствующего попаданию нагретого воздуха из под днища вагона в сам вагон и на пассажирскую платформу. Нагретый воздух в таком случае скапливается в верхней части путевого отсека и оттуда его можно удалить системой вытяжной вентиляции.

В схеме № 3 предусматривается установка вытяжных вентиляторов под пассажирской платформой. При остановке поезда бесконтактные датчики температуры определяют температуру ПТР, и задают необходимую скорость вращения вентилятора. Однако, ввиду особенности вытяжных вентиляционных струй, такая струя имеет очень малое дальное действие, и скорость воздуха в вытяжной струе уже на расстоянии одного калибра отверстия от выпуска падает до 10% от скорости в самом отверстии [4,5]. В связи с этим, вытяжная струя практически не влияет на циркуляцию воздушных масс рассматриваемом объеме.

Рассмотрим процесс теплоотдачи от блока ПТР при его обдувании затопленной приточной вентиляционной струей. Ящик ПТР – это набор элементов, установленных параллельно друг другу на общей раме. Каждый элемент ПТР представляет собой сердечник с намотанной на него фехральной лентой. Т.е. фактически исследуется теплоотдача при продольном обтекании пучка оребренных трубок потоком воздуха. Расчетная модель реализована в ANSYS Workbench и ANSYS Fluent. Геометрия модели схематично показана на рисунке 1.

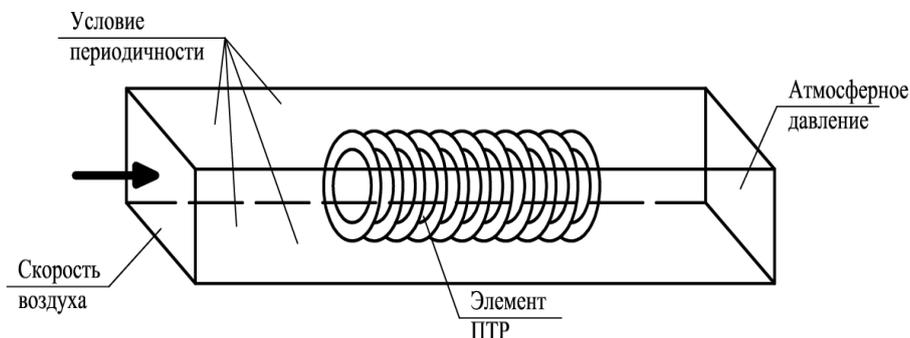


Рисунок 1 – Схема расчетной модели обтекания элемента ПТР потоком воздуха

В качестве граничных условий (далее по тексту ГУ) приняты а) условие на входе – скорость воздуха $\vartheta=0,25\dots 15$ м/с; б) условие на выходе – атмосферное давление 101325 Па; в) температура элементов ПТР принята равной $t_{ПТР}=133,5$ °С [1]. К расчету принят один отдельный элемент ящика ПТР. Что бы смоделировать ситуацию, что данный элемент находится в пучке, на боковых стенках принято условие периодичности. Задание ГУ проводилось в соответствии с [6].

Для различных скоростей воздуха произведен расчет коэффициента теплоотдачи от ПТР (рисунок 2), и проведена аппроксимация дискретной зависимости коэффициента теплоотдачи α , Вт/(м²·°С) от скорости воздуха. Аппроксимированная зависимость в интервале скоростей воздуха от 0,25 м/с до 15 м/с имеет вид:

$$\alpha = 1,29 \cdot \vartheta + 4,60, \quad (1)$$

где ϑ – скорость обтекания ПТР воздухом, м/с.

Для сравнения был проведен расчет коэффициента теплоотдачи от ПТР при естественной конвекции (скорость воздуха $\vartheta=0$ м/с) и температуре ПТР $t_{ПТР}=133,5$ °С согласно рекомендациям [7]. Он составил $\alpha_e=7,95$ Вт/(м²·°С). Как видно, коэффициент теплоотдачи при естественной конвекции при скоростях обтекания до 2,6 м/с больше, чем коэффициент теплоотдачи вынужденной конвекцией (при обтекании). Это связано с тем, что при продольном обтекании ребристой трубы образуются отрывные зоны, что способствует образованию застойных областей за ребрами ПТР по ходу движения воздуха.

Чтобы интенсифицировать теплообмен и повысить коэффициент теплоотдачи ПТР больше коэффициента теплоотдачи при естественной конвекции необходимо создать скорость при обдувании ПТР не менее 2,6 м/с. (рис. 2).

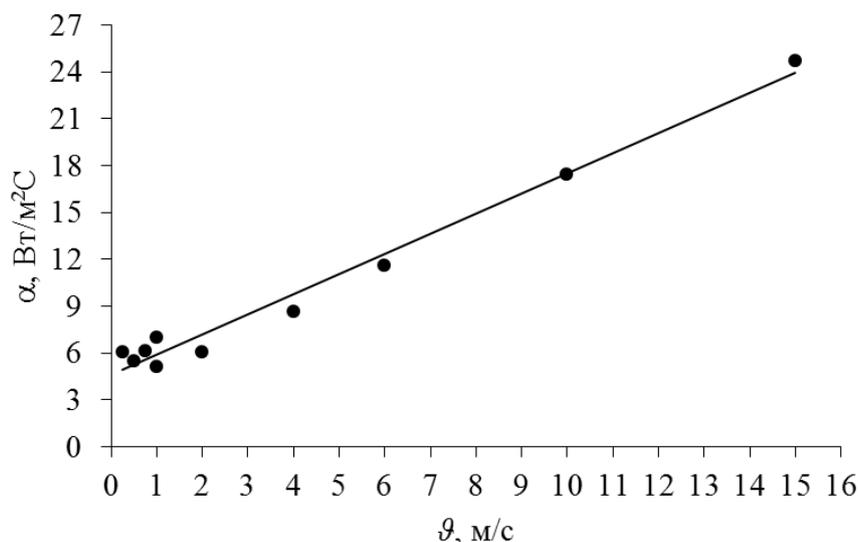


Рисунок 2 – Зависимость коэффициент теплоотдачи ПТР от скорости обтекания воздухом. Точки – результаты эксперимента, прямая линия – аппроксимированная зависимость

Если принять, что ПТР находятся на расстоянии 1,5 метра от воздухораспределителя, установленного под платформой, получим скорость воздуха в сечении воздухораспределителя (на примере круглого выпуска диаметром 0,5 м) по формулам:

– для приточной компактной струи [5]:

$$g_0 = \frac{g_x \cdot x}{m \cdot \sqrt{\frac{\pi d^2}{4}}}, \quad (2)$$

где g_0 – скорость воздуха в сечении воздухораспределителя, м/с; g_x – скорость воздуха на расстоянии от выпуска $x=1,5$ м, м/с; m – скоростной коэффициент, определяется справочно, в нашем случае для компактной струи принят равным 6,0; d – диаметр выпуска, м. Скорость воздуха в сечении выпускного приточного отверстия составит 3,31 м/с.
– для вытяжной струи [5]:

$$g_0 = \frac{g_x}{1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{R^2}{x^2}}}}, \quad (3)$$

где g_0 , g_x , x то же, что и в формуле (2); R – радиус выпуска, м. Скорость воздуха в сечении выпускного вытяжного отверстия составит 185,71 м/с. Для воздуха скорость звука составляет $a=331$ м/с, т.е. число Маха для течения с такой скоростью через вентиляционное отверстие составит:

$$M = \frac{g_0}{a} = \frac{185,71}{331} = 0,56. \quad (4)$$

Истечение с такой скоростью будет характеризоваться очень высоким уровнем шума и очень большими потерями давления.

Как видно, необходимо использовать для обдувания ПТР именно приточную струю, так как требуемая скорость на выпуске намного меньше, чем скорость на аналогичном выпуске в режиме всасывания.

Выводы

1. Удаление теплоизбытков от ПТР с использованием вытяжных струй менее эффективно, чем с использованием приточных струй. Обдувание ПТР приточной струей из подплатформенного пространства также обеспечивает шибирующий эффект, т.е. нагретый воздух не попадает в вагон и на станцию.

2. Эффективное удаление теплоизбытков от ПТР достигается при скорости обтекания не менее 2,6 м/с.

Список источников

1. Кияница Л.А. Расчет величины и анализ схем удаления тепловыделений от ходовой части поездов на станциях закрытого типа метрополитена с двухпутным тоннелем // Горняцкая смена: материалы Всероссийской научной конференции для студентов, аспирантов и молодых ученых с элементами научной школы. 2015. Т. 4. С. 84-91.

2. Зедгенизов Д.В., Лугин И.В. Управление удалением теплоизбытков от подвижного состава метрополитена [Текст] // Горный инф. аналит. бюллетень. 2005. № 1. С. 302-307.

3. Резниченкина А.Д., Спиридонов Е.А., Бахолдин П.А. Система вентиляции для удаления теплоизбытков от подвижного состава метрополитена // Сборник научных трудов VII международной научной конференции молодых ученых "Электротехника. Электротехнология. Энергетика". НГТУ. Новосибирск. 2015. Ч. 1. С. 240-244

4. Посохин В.Н. Аэродинамика вентиляции. – М.: АВОК-ПРЕСС. 2008. 209 с.

5. Теоретические основы создания микроклимата помещений [Электронный ресурс]: методические указания по выполнению практических заданий по дисциплине «Основы обеспечения микроклимата зданий». Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин). 2016.

6. Батурин О.В. Расчет течений жидкостей и газов с помощью универсального программного комплекса Fluent. Учеб. пособие / О.В. Батурин, Н.В. Батурин, В.Н. Матвеев // Самара: Изд-во Самар. гос. аэро-косм. ун-та. 2009. 151с.

7. Каня Я.Н. Тепломассообмен: пособие / Я.Н. Каня, В.В. Бурцев // Новосибирск. 292 с.

УДК 656.02

ВЫБОР МАРШРУТА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Коровяковский Евгений Константинович – кандидат технических наук, заведующий кафедрой логистики и коммерческой работы

Бадецкий Александр Петрович – кандидат технических наук, доцент кафедры логистики и коммерческой работы

ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I

Аннотация. Согласно статистическим данным, 98% времени движения товара занимает его прохождение по логистическим каналам, в том числе и на транспортировку. Немаловажным фактором при этом является выбор маршрута доставки груза, на который оказывает влияние время прохождения транспортного средства по маршруту. В статье приведен пример решения задачи маршрутизации транспортных средств в условиях неопределенности.

Ключевые слова: нечеткие множества, алгоритм Кларка-Райта, нечеткие треугольные числа.

CHOICE OF ROUTE VEHICLES UNDER UNCERTAINTY

Korovyakovsky Evgeny K. – PhD in Technical Science, Head of «Logistics and commercial work» Department

Badetsky Alexander P. – PhD in Technical Science, lecturer of «Logistics and commercial work» Department

Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University

Abstract. According to statistics, 98% of the time the goods movement takes its passage through the logistics channels, including transportation. Another important factor is the choice of route of delivery, which has an impact during the passage of the vehicle along the route. The article is an example of solving the problem of routing vehicles in the face of uncertainty.

Keywords: fuzzy sets, Klark-Wright algorithm, fuzzy triangular numbers.

Проблеме маршрутизации транспортных средств посвящено множество статей. Классическая задача маршрутизации предполагает обычно знание совершенно точного значения таких параметров, как время в пути следования и время обслуживания. При этом предполагается, что эти величины являются либо детерминированными, либо стохастическими. В последнем случае говорится о стохастической задаче маршрутизации транспортных средств, и исходные данные для ее решения представляются в виде функций плотности вероятности случайных величин, представляющих собой изменение спроса и времени в пути следования.

С другой стороны, достаточно часто точные данные, необходимые для построения функций плотности вероятности, сложно получить, что связано с выбором других улиц на маршруте движения, транспортной обстановкой на этих маршрутах, погодными условиями и стилем вождения. Как показывает практика, диспетчеры при разработке маршрутов следования транспортных средств не пользуются функциями плотности вероятности, используя для определения этих параметров субъективные оценки времени в пути следования «примерно один час», «около 40 минут», «малое время» и т.д. Кроме того, оценка времени у диспетчеров и водителей относительно одного и того же маршрута может различаться.

Для решения задачи маршрутизации транспортных средств в условиях неопределенности предлагается выразить оценки времени в пути следования с помощью средств нечеткой логики [1]. Такой подход показывает очень хорошие результаты в применении к задачам управления эксплуатационной работой железных дорог [2,3]. Затем можно использовать любой из множества разработанных алгоритмов – например, классический алгоритм Кларк-Райта [4]. В этом алгоритме первоначальным планом развоза груза является такой, где каждому получателю назначается одно транспортное средство. Экономия S достигается за счет того, что одна машина обслуживает несколько получателей вместо одного (рис. 1).

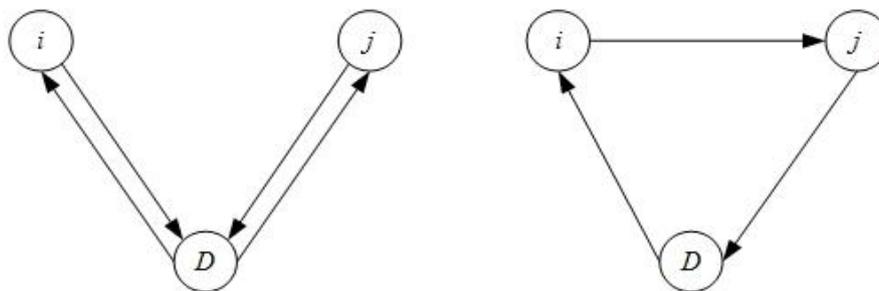


Рисунок 1 – Варианты схем развозки грузов

$$S(i, j) = C_{i,D} + C_{D,j} - C_{i,j}, \quad (1)$$

где $C_{i,D}$, $C_{D,j}$, $C_{i,j}$ – транспортные расходы на перемещение между получателем i и складом D , складом D и получателем j , получателем i и получателем j соответственно.

После расчета экономии между всеми парами получателей и складом, она располагается в порядке убывания, а затем маршруты транспортных средств объединяются, начиная с самых больших значений экономии транспортных расходов. При этом проверяется условие по использованию грузоподъемности транспортных средств.

В предлагаемом методе оценки времени в пути следования можно представить в виде нечетких треугольных чисел (ТНЧ – треугольное нечеткое число). Эти числа моделируют высказывания типа «Время T движения по маршруту равно t_2 и находится в пределах от t_1 до t_3 ». Транспортные расходы можно представить в виде линейной функции от времени $C = a \cdot T$, где a – затраты на перевозку в единицу времени. Тогда общая оценка транспортных расходов на маршруте также будет выражена в виде ТНЧ:

$$C = (c_1 = a \cdot t_1, c_2 = a \cdot t_2, c_3 = a \cdot t_3). \quad (2)$$

Нечеткая экономия транспортных расходов на перемещение рассчитываются с использованием методов нечеткой арифметики по формуле (1) с учетом (2).

$$S(i, j) = (S_1, S_2, S_3) = (C_{i,D}^1 + C_{D,j}^1 - C_{i,j}^1, C_{i,D}^2 + C_{D,j}^2 - C_{i,j}^2, C_{i,D}^3 + C_{D,j}^3 - C_{i,j}^3). \quad (3)$$

Полученную экономию необходимо выстроить в порядке убывания с помощью любого из методов ранжирования нечетких множеств, например [5]. После этого, используя алгоритм Кларка-Райта, разработать маршруты транспортных средств.

При расчете необходимо также учитывать общую неопределенность (то есть объем доступной диспетчеру информации). Под общей неопределенностью мы понимаем оценку времени в зависимости от складывающейся на маршруте обстановки – к примеру, чем выше уровень пробок, тем больше разброс в оценке времени следования. Обозначим общую неопределенность как β . Значение $\beta = 1$ соответствует точному знанию диспетчером времени следования, тогда как $\beta = 0$ означает полную неопределенность. При использовании параметра β оценка времени в пути следования будет определяться следующим образом:

$$T = (t_1 = \beta \cdot t_2, t_2, t_3 = (2 - \beta) \cdot t_2). \quad (4)$$

Оценка неопределенности может использоваться как в целом для разработки схемы маршрутизации, так и дифференцировано для оценки времени по каждому маршруту. Проведенные расчеты показали, что в зависимости от уровня учета неопределенности изменяется не только схема маршрутов развозки груза (рис. 2, 3), но и очередность обслуживания получателей.

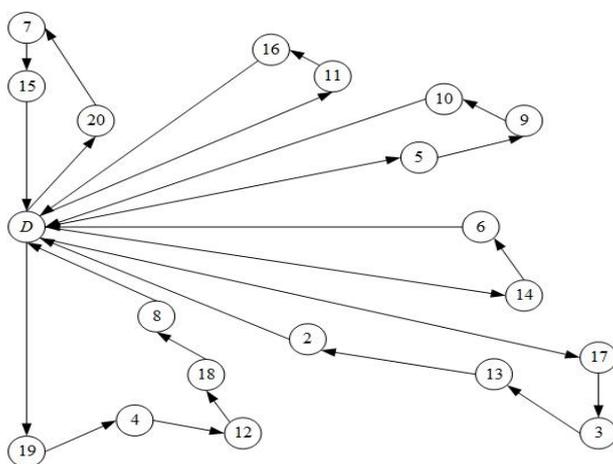


Рисунок 2 – Схема развозки грузов при уровне неопределенности $\beta = 0,3$

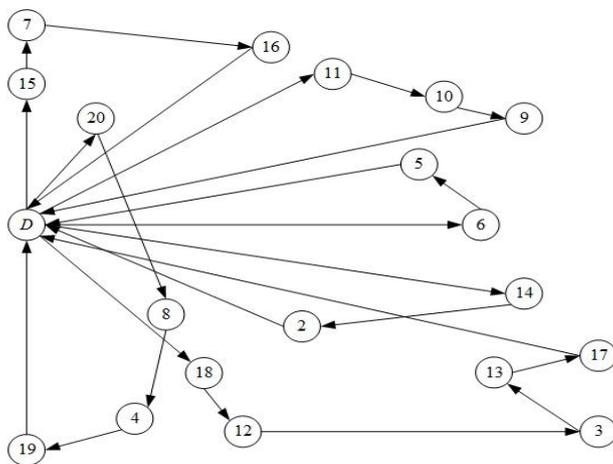


Рисунок 3 – Схема развозки грузов при уровне неопределенности $\beta = 0,9$

Разработанный алгоритм демонстрирует возможность адаптивного управления схемами развозки в зависимости от сложившихся условий, что позволяет сократить не только транспортные издержки, но и время доставки грузов, что явным образом положительно сказывается на имидже компании-перевозчика. Естественным развитием данного алгоритма является учет в расчетах не только колебаний времени в пути следования транспортных средств, но и колебаний спроса и времени обслуживания. Дальнейшее развитие этого метода предполагает его использование для оптимизации логистических схем компаний-операторов и собственников подвижного состава и при развитии сухих портов [6-8].

Список литературы

1. Zadeh L.A. Fuzzy Sets. – Information and Control. 1965. Vol. 8. P. 338-353.
2. Бадецкий А.П. Разработка расчетных вагонопотоков плана формирования поездов с учетом их неравномерности // Вестник транспорта Поволжья. 2013. Вып. 3. С. 53-60.
3. Васильев А.Б., Бадецкий А.П., Решина А.В., Румянцев Д.С. Математическая модель действий поездного диспетчера при регулировании движения поездов // Вестник транспорта Поволжья. 2014. Вып. 4. С. 81-86.
4. Clarke, G. & Wright, J.W.: "Scheduling of Vehicles from a Central Depot to a Number of Delivery Points", Operations Research. 1964. Vol. 12. P. 568-581.
5. Kaufmann A., and Gupta M. Introduction to Fuzzy Arithmetic. New York: Van Nostrand Reinhold. 1985.
6. Панова Ю.Н., Хилмола О.П. Потенциал Российских железных дорог на евразийском пространстве // Железнодорожный транспорт. 2016. № 2. С. 64-66.
7. Panova Y., & Hilletoft, P. Infrastructure project portfolios for sourcing nearshoring of manufacturing to Russia. Russian Journal of Logistics and Transport Management. 2016. № 3(1). P. 52-63.
8. Panova Y. Public-private partnership investments in dry ports–Russian logistics markets and risks. Acta Universitatis Lappeenrantaensis. 2016.

УДК 656.211:658

ТРАНСПОРТНАЯ ЗАДАЧА ПЕРЕВОЗКИ ГРУЗА НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ С УЧЕТОМ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ

Ковалев Константин Евгеньевич – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры управления эксплуатационной работой ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I

Галкина Юлия Евгеньевна – кандидат экономических наук, доцент, ассистент кафедры менеджмента Муромского института (филиала) ФГБОУ ВО Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых

Васильев Алексей Борисович – кандидат технических наук, доцент кафедры управления эксплуатационной работой ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I

Аннотация. Представлено описание выбора маршрута доставки груза железнодорожным транспортом на основе количественных критериев в обход основного маршрута. Такая необходимость возникает в условиях высокой загруженности основных линий.

Ключевые слова: транспортная задача, показатели эксплуатационной работы железнодорожных направлений.

TRANSPOTRNAYA SHIPPING PROBLEM OF THE RAILWAYS IN VIEW OF OPERATIONAL AND ECONOMIC CRITERIA

Kovalev Konstantin E. – PhD, Senior lecturer in management of operational work, Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University

Galkina Julia E. – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Department of assistant «Management», Murom Institute (branch) Vladimir State University named after Alexander Grigoryevich and Nickolay Grigoryevich Stoletovs

Vasilev Aleksei B. – Candidate of Technical Science, Management of operational work, Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University

Abstract. The article describes the selection of the route of delivery of cargo by rail on the basis of quantitative criteria, bypassing the main route. This need arises in a high utilization of the main lines.

Keywords: transportation problem, the indicators of operational work of the railway lines.

Выбор варианта маршрута доставки на железнодорожном транспорте осуществляется по кратчайшему расстоянию между пунктами отправления и назначения. Выбор маршрута и определение стоимости перевозки устанавливается по соответствующему прейскуранту и с использованием современных информационных систем, позволяющих оформить заявку на перевозку груза, определить стоимость и срок доставки груза, а также контролировать нахождение груза в процессе перевозки [1,2].

Однако при перевозке грузов на железнодорожном транспорте на высоко загруженных линиях возникают затруднения с продвижением грузов, в таких случаях используют обходные маршруты, а также современные имитационные системы и комплексы [3,4]. В статье рассмотрено пять вариантов маршрутов в обход основного. У рассматриваемых обходных маршрутов имеется набор эксплуатационных показателей, которые определены до начала перевозки. Рассматриваемые эксплуатационные показатели использованы в качестве критериев оценки вариантов обходных маршрутов. Критерии имеют разную направленность, а именно вагоно-километры пробега и тонно-километров брутто вагонов и локомотивов стремятся к увеличению, а вагоно-часы, локомотиво-часы, затраты на топливо и электроэнергию стремятся к снижению (табл. 1).

Решение об использовании каждого из рассматриваемых маршрутов принимается на этапе согласования приема и отправления поездов по стыковым пунктам между районами управления и возможности пропуска поездопотока по участкам в обход основного маршрута.

Существует возможность заблаговременного планирования путем согласования ниток вариантного графика на основании оперативных приказов, телеграмм и распоряжений с возможностью отклонений поездов от основного хода, где утверждается количество ниток, условная длина, и время отправления поезда [5,6].

Значения i, j -х критериев сравнения вариантов (табл. 2) определяются величинами:

$$\pm\alpha_{mxi j} = \frac{\alpha_{ij}}{\sum_{i=1}^m \alpha_{ij}}, i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, k,$$

где α_{ij} – величина j – го критерия для i – го варианта обходного маршрута;

m – количество вариантов;

n – количество критериев;

$k, n-k$ – количество максимизируемых или минимизируемых критериев.

Таблица 1 – Показатели обходных маршрутов

Критерии	Варианты обходных маршрутов	1	2	3	4	5
	Затраты на вагоно-киллометры пробега, тыс. руб		1,14	1,32	1,92	1,01
Затраты на вагоно-час, тыс. руб		1,35	1,55	2,26	1,19	1,35
Локомотиво-часы		0,7	0,85	1,32	0,41	0,7
Бригадо-час		1,88	2,22	3,24	1,34	1,88
Тонно-километр брутто вагонов, тыс. руб		42,77	49,21	71,05	37,96	42,77
Затраты на топливо, тыс. руб		388,9	398,8	393,8	762,3	388,9

Таблица 2 – Величины относительных критериев

Критерии	i_1	i_2	i_3	i_4	i_5
j_1	0,175	0,202	0,294	0,155	0,175
j_2	0,175	0,201	0,294	0,155	0,175
j_3	0,176	0,214	0,332	0,103	0,176
j_4	0,178	0,210	0,307	0,127	0,178
j_5	0,175	0,202	0,291	0,156	0,175
j_6	0,167	0,171	0,169	0,327	0,167

Веса критериев оценки вариантов (табл. 3) определяются влиянием на комплексную оценку по формулам:

$$A_{mmij} = |\alpha_{\max ij}| - |\alpha_{\min ij}|, \forall i, \forall j,$$

где A_{mmij} – разности абсолютных значений $\alpha_{\max ij}$ и $\alpha_{\min ij}$ значений критерия для сравниваемых вариантов i .

Относительная величина веса критерия w_j , будет равна:

$$w_j = \frac{A_{mmij}}{\sum_{j=1}^n A_{mmij}},$$

Таблица 3 – Оценки весов относительных критериев

Критерии	Максимум критерия α_{maxij}	Минимум критерия α_{minij}	Разность максимума и минимума критерия A_{mmj}	Вес критерия w_j
j_1	0,294	0,155	0,139	0,14
j_2	0,294	0,155	0,139	0,14
j_3	0,332	0,103	0,229	0,23
j_4	0,307	0,127	0,180	0,18
j_5	0,291	0,156	0,136	0,14
j_6	0,327	0,167	0,160	0,16
Сумма величин			0,983	1,0

Комплексные взвешенные оценки вариантов по всем критериям C_{wij} (табл. 4) определяются выражением:

$$C_{wij} = \sum_{j=1}^k w_j \alpha_{mxij} - \sum_{j=1}^{n-k} w_j \alpha_{nmij} \quad |, \forall i,$$

где k – количество максимизируемых критериев.

Таблица 4 – Значения критериев с учетом веса и комплексные оценки вариантов

Критерии	i_1	i_2	i_3	i_4	i_5
j_1	0,16	0,19	0,27	0,14	0,16
j_2	0,19	0,22	0,32	0,17	0,19
j_3	0,16	0,20	0,31	0,10	0,16
j_4	0,34	0,41	0,59	0,25	0,34
j_5	5,91	6,80	9,81	5,24	5,91
j_6	63,35	64,97	64,16	124,18	63,35
Комплексный критерий C_{wij}	- 57,98	- 58,80	- 55,29	- 119,30	- 57,98

В результате комплексной оценки по набору эксплуатационных и экономических критериев максимальное значение комплексного критерия достигается в третьем варианте (55,29). Минимальное значение комплексного критерия достигается в четвертом варианте (119,30). По экономической оценке, наименьшие затраты приходятся на первый вариант, при этом третий вариант имеет третье место по уровню наименьших суммарных эксплуатационных расходов, но имеет не лучшие эксплуатационные показатели. В результате выбора варианта пропуска поездопотока в обход основного маршрута по набору критериев на рассматриваемом полигоне рекомендуется выполнять пропуск поездов в обход основного маршрута, в рассматриваемых условиях, по третьему варианту.

Использование обходных маршрутов позволяет повысить пропускную способность на напряженных линиях, снизить простои вагоночасов на промежуточных станциях, где поезда останавливаются для выполнения обгонов и скрещений, а так же повысить использование малодеятельных железнодорожных линий. Возможные затруднения при выборе обходного маршрута могут быть связаны с предоставлением поездных локомотивов и локомотивных бригад, а также техническим и коммерческим осмотром на попутных станциях.

Список литературы

1. Кокурин И.М., Ковалев К.Е. Метод расчета загруженности оперативно-диспетчерского персонала технических станций, основанный на алгоритмическом описании содержания труда. – Известия ПГУПС. 2013. № 3. С.18-23.
2. Кокурин И.М., Ковалев К.Е. Распределение зон и функций управления на технических станциях методом алгоритмического описания функций оперативного персонала // Вестник транспорта Поволжья. 2014. № 4 (46). С. 97-104.
3. Тимченко В.С. Алгоритмизация процессов оценки пропускной способности железнодорожных участков в условиях предоставления окон // Транспорт Российской Федерации. 2013. № 5 (48). С. 34-37.
4. Тимченко В.С. Алгоритмы расчета графиков проведения ремонтных работ железнодорожного пути на перспективу // Интернет-журнал «Науковедение». 2014. № 3. С. 127.
5. Катцын Д.В., Кокурин И.М., Ковалев К.Е. Распределение зон управления и функций оперативного персонала // Мир транспорта. 2014. № 3 (52). С. 210-219.
6. Кокурин И.М., Ковалев К.Е. Выбор варианта распределения функций и зон управления между оперативным персоналом технических станций на основе оценки по разнонаправленным критериям // Вестник транспорта Поволжья. 2015. № 2 (50). С. 55-64.

УДК 656.13:005

ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОСНАЩЕНИЕ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОГО КЛАСТЕРА

Кожушко Герман Георгиевич – доктор технических наук, профессор кафедры подъемно-транспортных машин и роботов

Макарова Эвелина Сергеевна – аспирант кафедры подъемно-транспортных машин и роботов

*Уральский Федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина*

Аннотация. Затрагиваются вопросы технико-технологического оснащения транспортно-логистического кластера, как одного из возможных вариантов решения задач, поставленных в новой редакции Транспортной стратегии России до 2030. Рассмотрены теоретические аспекты кластера, выявлены ключевые сложности при оснащении транспортно-логистического кластера подъемно-транспортным оборудованием, приведен возможный вариант взаимодействия объектов в транспортно-логистическом кластере.

Ключевые слова: транспортно-логистический кластер, грузоподъемные машины и оборудование, контейнерные терминалы, складские комплексы, транспорт.

TECHNICAL EQUIPMENT TRANSPORT AND LOGISTIC CLUSTER

Kozhushko German G. – Doctor of Technical Sciences, Professor

Abstract. This article deals with technical equipment of transport and logistic cluster as one of the possible variant of tasks solution, assigned in the new edition of the Transport Strategy of the Russian Federation until 2030. In this article cluster theoretical aspects are analyzed, key challenges in technical logistic cluster equipment are defined, also the possible variant of the interaction between logistic cluster objects is given.

Keywords: transport and logistic cluster, mechanical handling equipment and heavy-building machine, container terminals, warehouse complexes, transport.

Само понятие транспортно-логистического кластера не имеет строго формализованного определения, поскольку находится в стадии своего развития и становления.

По временной шкале понятие «кластер» прошло следующие отметки:

- 1) 1990-2000 гг. – годы практического освоения кластеров;
- 2) 2000-2010 гг. – сетевой период;
- 3) 2010-по н.в. – системный период [1].

Понятие «кластер» было введено М. Портером в 1990 г. в рамках его концепции ролла национальных конкурентных преимуществ, которая является наиболее известной среди всех исследований о национальной и региональной конкурентоспособности.

Согласно определению: транспортно-логистический кластер (ТЛК) – это межотраслевое добровольное объединение предпринимательских структур, транспортно-логистической инфраструктуры, общественных и других организаций, специализирующихся на перевозке грузов, хранении и грузопереработке, транспортно-экспедиционном, логистическом, сервисном обслуживании и управлении товароматериальными и сопутствующими потоками, тесно сотрудничающих с научными, образовательными учреждениями, органами федеральной и региональной власти с целью повышения конкурентоспособности на отечественном и мировом рынке транспортно-логистических услуг [2]. Резюмируя, можно предположить, что ТЛК представляет собой некую организационную структуру, представленную в виде различных хозяйствующих субъектов, которые осуществляют некоторую деятельность, конечным продуктом которого будет являться услуга в виде доставки/экспедирования/хранения любого вида груза. По данным исследований [2,3], создание ТЛК начинается с «якорного» предприятия, либо группы предприятий, в основном транспортных, которые будут являться своего рода ядром ТЛК и определять дальнейшую деятельность. С точки зрения инфраструктуры и технической оснащенности транспортно-логистический кластер представляет собой обеспечивающую инфраструктуру перевозок объекты и транспортные средства с различным технологическим/вспомогательным оборудованием. Более детальная информация представлена на рисунке 1.

Таким образом, транспортно-логистический кластер технически представлен в виде инфраструктурной и транспортно-технологической составляющей.

Технологическое оснащение складской инфраструктуры зависит от вида прибывающего транспорта и типа самого складского объекта, т.е. его целевого назначения. Подъемно-транспортное и вспомогательное оборудование представляет практический интерес с точки зрения эффективности погрузочно-разгрузочных операций, а значит и возможности большего числа обработки грузов.

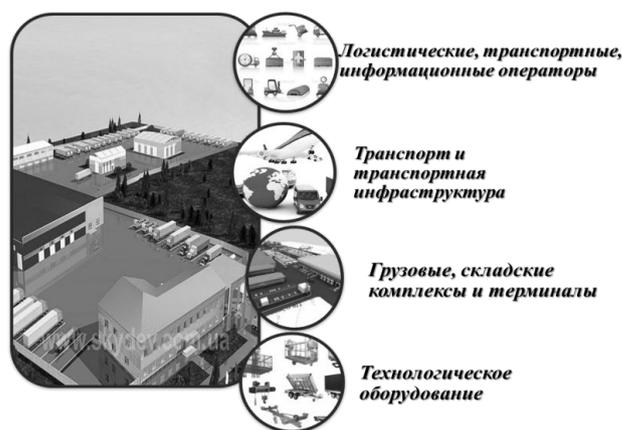


Рисунок 1 – Условная характеристика ТЛК

Технико-технологическое оснащение ТЛК представляет собой единый инструментарий для обеспечения бесперебойной и эффективной логистики грузов (рис. 2).



Рисунок 2 – Технико-технологическое оснащение ТЛК

Согласно рабочим материалам [5] сложилась следующая ситуация (таблица 1):

1) в области подъемных кранов, лидируют китайские краны большой грузоподъемности, сравнивать с российскими аналогами нет смысла, поскольку отечественные крановые установки устанавливаются на стандартные шасси КАМАЗ, УРАЛ, что не позволяет производить автокраны с большей грузоподъемностью. И так, первый вывод: использование устаревших шасси не позволяет конкурировать с мировыми производителями;

2) по данным [5] за 2014 г. импорт подъемно-транспортного оборудования товарной позиции составил: а) ТН ВЭД ЕАЭС 8427: погрузчики самоходные прочие, с высотой подъема 1м и более, прочие – 47,1%; погрузчики самоходные с приводом от электрического двигателя с высотой подъема 1м или более – 30,7%; автопогрузчики с вилочным захватом для неровной местности и прочие штабелирующие автопогрузчики с высотой подъема 1м или более - 15,3%; б) ТН ВЭД ЕАЭС 8428: оборудование прочее для подъема, перемещения, погрузки или разгрузки, прочее – 35%; лифты с электрическим управлением, обеспечивающие скорость движения кабины менее 2 м/с – 21%; элеваторы и конвейеры непрерывного действия для товаров или материалов, прочие – 11%.

Таблица 1 – Виды транспорта и техническое оснащение складов

Вид транспорта	Характеристика транспорта	Тип объекта прибытия/ хранения/ отправления груза	Технологическое оснащение объекта	Примечание
Железнодорожный	Локомотивы с крытыми вагонами, платформами и полуприцепами; контейнерные поезда	Станции: сортировочные; участковые; стыковочные; приграничные	1) сортировочные конвейерные системы; авто- и электропогрузчики;	Оценка развитости ж/д инфраструктуры в рамках отчета Всемирного банка за 2015 г – 4,3 балла из 7, 24 место в рейтинге [4]. В 2015 г. Министерство транспорта издало приказ, запрещающий эксплуатацию вагонов сверхнормативного срока – чтобы сократить профицит вагонов и стимулировать участников рынка приобретать новые.
		Грузовой терминал	- краны; электро- и автопогрузчики; рельсовая тележка; грузозахватные устройства;	
		Контейнерный терминал	краны (козловые, мостовые, железнодорожные, стреловые, порталные пневмоколесные); автопогрузчики (контейнерные автопогрузчики с вилочным, боковым спредерным грузозахватом, ричстакеры, порталные автопогрузчики ПАП); - грузозахватные устройства	
Воздушный	Грузовые самолеты	Грузовые терминалы	Подъемники; электротележки; передвижные конвейеры	Оснащен на 72% зарубежными самолетами, 28% - отечественные. По развитости инфраструктуры – 4,1 балла, 77 место в рейтинге [4]. Лизинг ИЛ-96 составляет 500 тыс. долл. в месяц, американского «Boeing» - 200 тыс. долл. в месяц.
Речной/морской	Суда-контейнеровозы	Речные порты: - сухопутные, грузовые терминалы	портальные краны; грузозахватные приспособления; конвейеры; рельсовые тележки	По развитости инфраструктуры – 3,9 балла, 75 место в рейтинге [4]. Возрастная структура внутреннего речного флота по данным за 2013 г. составляет 57,9% более 30 лет.
		Морские терминалы	мостовой причальный перегружатель (МПП); краны (судовой портално-стреловой, мобильный безрельсовый стреловой); рейдовые буксиры; погрузчики; терминальные автотягачи с полуприцепами; транспортные роботы	
Автомобильный	Автомобили-автофургоны Автомобилитенты Автотягачи	Грузовой терминал	электро- и автопогрузчики; грузозахватные приспособления; ленточный или роликовый конвейер	По развитости инфраструктуры – 2,7 балла, 123 место в рейтинге [4]. Система «Платон» также будет являться фактором для повышения затрат перевозчиков, что несомненно скажется на потребителях.

Большая часть подъемно-транспортного оборудования, необходимого для эффективной деятельности ТЛК закупается за рубежом, так как собственных аналогов

зачастую нет на отечественном рынке, характерным является и то, что импорт значительно превышает экспорт. Как показывает практика, данные проблемы носят системный характер.

Система сложилась такая, что необходимые финансовые и прочие ресурсы для решения данного рода задач чаще всего ограничены и, решая вопрос в каком-то одном сегменте не получится в корне изменить ситуацию и, возможно, как раз тут необходим синергетический эффект от совместной работы казалось бы различных хозяйствующих субъектов, но направленных для достижения общей цели. Поэтому необходимы инновационные и более прогрессивные подходы к задачам подобного рода. Как известно ОАО «РЖД» уже имеет некий опыт в разделении структур, однако работающих над совместными целями для получения максимальной выгоды и сокращению затрат. Данное явление пока нельзя по формальным признакам отнести к ТЛК, но идея, лежащая в основе руководства ОАО «РЖД» показывает начальное направление к созданию ТЛК. ОАО «РЖД» осуществляет диспетчерское управление над перевозками по всей сети. Подсистема логистики заказов на перевозки грузов находится в ведении у службы транспортного маркетинга СФТО, которая представлена в виде центральной дирекции, региональных дирекций и линейных отделов.

Грузовые терминалы принадлежат дочерней компании «Трансконтейнер», а вагоны – Федеральной грузовой компании и нескольким десяткам частных компаний-операторов, имеющих лицензию от РЖД. Локомотивы пока принадлежат ОАО «РЖД», но возможно в скором будущем будут принадлежать операторам, выполняющим перевозки по железным дорогам [6]. Возможно, кластерное направление является не идеальным вариантом, но приведение к единому знаменателю и совместному действию различных структур поможет в первом приближении создать синхронизированное взаимодействие всех участников транспортного рынка. А, вернувшись к структуре ТЛК, можно предложить следующее (рис. 3):

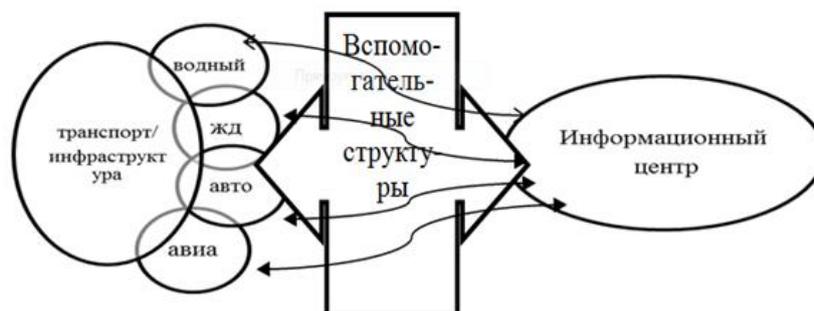


Рисунок 3 – Возможный вариант взаимодействия внутри структур в ТЛК

Резюме. Специфика деятельности схожа с описанной выше, однако управление будет со стороны некоего информационного центра, который и будет своего рода диспетчером и ядром в ТЛК, а пересечения на диаграмме показывают, что взаимодействие различного вида транспорта представляет собой общий практический интерес при стыковках транспорта, а значит, совместные усилия при развитии инфраструктуры и создании новых производств вполне имеют место быть. В заключение хотелось бы отметить, что существующая ситуация не только в транспортной отрасли, но и в экономике страны в целом нуждается в инновационных идеях и подходах. Изыскания в области кластеризации требуют дальнейшего поиска, формирования научной и теоретической базы. Ввиду того, что в РФ пока нет положительного опыта и вообще опыта по созданию данного рода структур необходимо ставить задачу перед научно-образовательными центрами, университетами и исследовательскими группами.

Список литературы

1. Комарова И.И. Транспортно-логистические кластеры как механизм развития транспортных коридоров.

2. Прокофьева Т.А. Развитие интегрированных транспортно-экспедиторских структур как фактор повышения конкурентоспособности российского рынка логистических услуг // РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. 2014. №2. С. 22-31.

3. Евтодиева Т.Е. Логистические кластеры: сущность и виды // Экономика и управление. Экономические науки. 2011. № 4. С. 78-81.

4. Романенко А. Обзор российского транспортного сектора. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ru.investinrussia.com/data/files/sectors/obzor-rossiiskogo-transportnogo-sektora.pdf>.

5. Информация о результатах анализа состояния и развития производства подъемно-транспортного оборудования государств членов Евразийского экономического союза // Рабочие материалы. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://gpmliftservis.ru/uploads/files/20150807-121326.pdf>.

6. Маликов О.Б. Складская и транспортная логистика в цепях поставок: учебное пособие. СПб.: Питер. 2015. 400 с.

УДК 629.073:624.139

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВНУТРИГРУНТОВОГО ИСТОЧНИКА ТЕПЛА НА ПРОМЕРЗАНИЕ-ОТТАИВАНИЕ ГРУНТОВОГО МАССИВА ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ

Апталаев Марат Назимович – старший преподаватель Лысьвенского филиала Пермского национального исследовательского политехнического университета

Аннотация. Число дорожно-транспортных происшествий, допущенных по причине неудовлетворительного состояния дорог и улиц, растет год от года. Одним из значимых негативных факторов, вызывающих ухудшение условий эксплуатации дорог и улиц, является их строительство в зоне действия подземных инженерных коммуникаций.

Для оценки эффективности применяемых методов снижения влияния канального либо бесканального теплопровода на ход сезонного промерзания, оттаивания и других процессов, протекающих в грунте, было выполнено данное исследование. Выбрана математическая модель для численной оценки влияния трубопровода на систему «грунтовый массив – дорожная одежда». Приведено описание эксперимента по изучению хода сезонного промерзания грунтового массива. Выполнено сравнение эффективности наиболее популярных теплоизоляционных материалов, применяемых при прокладке теплопроводов, и конструкций каналов по снижению влияния подземных инженерных коммуникаций на тепловой режим грунтового массива.

Ключевые слова: подземные инженерные коммуникации; математическое моделирование; теплопроводность грунта; водно-тепловой режим грунтового массива; методы теплоизоляции; теплоизоляционные материалы.

RESEARCH OF THE INTRASOILED HEAT SOURCE INFLUENCE ON THE SOIL FREEZING AND THAWING

Aptalaev Marat N. – Federal State-Funded Budgetary Educational Institution of Higher Education Perm National Research Polytechnic University

Abstract. The traffic accidents number admitted because of the poor state of roads and streets, growing year by year. One of the important negative factors causing deterioration of roads and streets operating conditions, is their construction in the zone of underground utilities.

This study was performed to assess the effectiveness of methods to reduce the impact of the channel or channel-free heat conductor on the seasonal freezing course, thawing, and other processes occurring in the soil. Selected mathematical model for the numerical evaluation of the pipeline effect on the system "array compactor - pavement." Powered description of the experiment to study the soil mass seasonal freezing progress. The comparison of the most popular thermal insulation materials effectiveness used in the laying of heat pipelines, channels and structures to reduce the underground utilities influence on the soil mass thermal regime.

Keywords: underground utilities; math modeling; thermal soil conductivity; water and thermal regime of the soil mass; thermal insulation methods; insulation materials.

Согласно регламентным таблицам ГИБДД РФ ежегодно до 25% всех дорожно-транспортных происшествий (ДТП), допущенных на территории Российской Федерации, происходят по причине неудовлетворительного состояния дорог и улиц [1].

Надежность и долговечность дорожных одежд определяется действием многих факторов: нагрузки, действующие на дорогу в процессе эксплуатации от проезжающих по ней транспортных средств, грунтовые и поверхностные воды, природно-климатические факторы, хозяйственная деятельность людей в окрестности автомобильной дороги.

Основное негативное воздействие на дорогу связано с водой. Так, крайне опасным является воздействие динамических нагрузок от проезжающего транспорта на дорожную одежду в периоды сильного увлажнения и переувлажнения ее основания и земляного полотна. Крайне негативно на состоянии дорожной одежды сказывается промерзание влажного грунта. Промерзание может распространяться на 1,0 - 2,50 метра в глубину грунта, в зависимости от климатических условий. Вода в грунте может замерзнуть до глубины промерзания, что вызывает увеличение ее объема на десять процентов [2]. Поскольку в связанном грунте нет места для увеличения объема, грунт начинает подниматься вверх. Наблюдается, так называемое, морозное пучение, обусловленное образованием ледяных линз. Подобные движения грунта могут приводить к значительным разрушениям дорожных покрытий.

Основное негативное воздействие на дорогу связано с водой. Главные источники увлажнения дорожных одежд:

- атмосферные осадки, просачивающиеся через трещины в покрытии, через обочины;
- вода, скапливающаяся на поверхности дорожного полотна;
- вода, застаивающаяся в боковых резервуарах и кюветах;
- грунтовая вода, поднимающаяся к поверхности по капиллярам;
- парообразная вода, перемещающаяся от теплых слоев к более холодным [3].

Наличие подземных инженерных коммуникаций (водо- и теплопроводов) вблизи дорог и улиц способствует удлинению талого периода для грунта земляного полотна, и, следовательно, увеличению периода накопления остаточных деформаций в дорожном полотне. Прокладка подземных теплопроводов увеличивает число циклов замерзания-оттаивания грунта, что вызывает еще большую прогрессию в накоплении остаточных деформаций земляного полотна. Также в области действия внутригрунтовых источников тепла может наблюдаться незначительное увеличение влажности грунта по сравнению с обычными участками, что также сказывается на темпе накопления деформаций в системе «дорожная одежда - земляное полотно» [4].

Для обоснования рекомендаций по размещению сетей инженерных коммуникаций в окрестностях объектов транспортной инфраструктуры требуется получить модель влияния внутригрунтового источника тепла (подземного трубопровода) на водно-тепловой режим грунтового массива дорожной одежды, выполнить проверку ее достоверности, провести расчеты для определения оптимальных параметров тепло- и гидроизоляции внутригрунтовых источников тепла. Схема исследуемой системы «подземный трубопровод – дорожная одежда» представлена на рисунке 1.

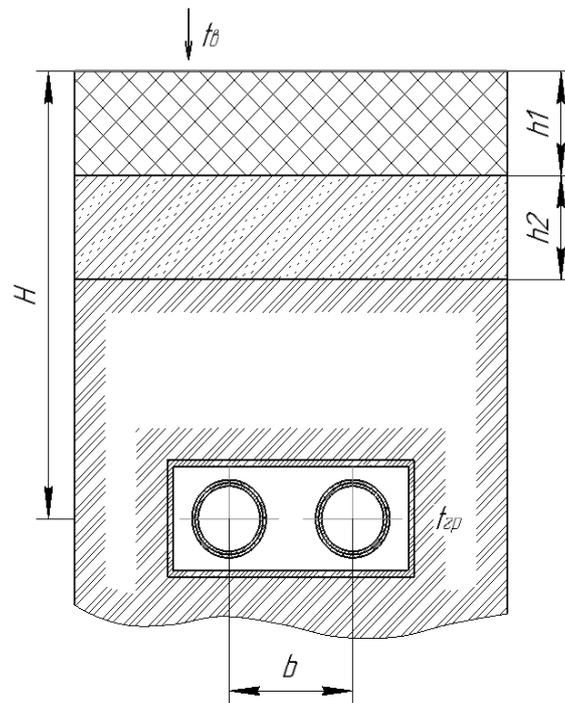


Рисунок 1 – Система «подземный трубопровод – дорожная одежда», где H – глубина оси трубопровода, h_1 (h_2) – толщина слоев дорожной одежды, b – горизонтальное расстояние между осями труб трубопровода, $t_{\text{в}}$ – температура воздуха окружающей среды, $t_{\text{гп}}$ – температура грунта на глубине оси трубопровода

В целях практического изучения влияния внутригрунтового источника тепла на температурный режим грунтового массива, а также на процессы замерзания-оттаивания, был проведен натурный эксперимент. Экспериментальная установка состояла из следующих компонентов:

- программируемый цифровой термометр DS18B20+PAR;
- адаптер 1-Wire DS9490;
- неэкранированная витая пара;
- персональный компьютер;
- источник питания;
- программное обеспечение Venuks.

Эксперимент проводился в течение 6 месяцев 2014 года на территории г. Лысьвы пермского края. Лента датчиков погружалась вертикально на глубину 2 метров, опрос датчиков производился трижды в день. В результате были собраны данные о процессах промерзания-оттаивания для двух участков: с наличием и без внутригрунтового источника тепла и искусственных сооружений.

Замечено, что температура участка с подземным трубопроводом никогда не опускается ниже 0°C на глубине 2 метра (данное значение соответствует нормативной глубине промерзания грунта по СНиП 2.02.01-83* Основания зданий и сооружений для исследуемого типа грунта).

Для расчета температурного режима грунтового массива использовалась методика, предложенная профессором А.П. Сафоновым [5].

Требуемое выражение базируется на уравнении теплопроводности полого цилиндра (трубы) произвольной трубы (1):

$$Q = \lambda * \left(\frac{2 * \pi * L}{h * \frac{d_2}{d_1}} \right) * (t_2 - t_1) , \quad (1)$$

где Q – количество тепла, проходящего за единицу времени, Вт;

λ – теплопроводность, Вт/(м·°C);

L – длина полого цилиндра, м;

d_1, d_2 – внутренний и внешний диаметры трубы соответственно, м;

t_1, t_2 – температура между противоположными поверхностями цилиндра, °C.

Развёрнутое выражение для определения температуры в произвольной точке грунтового массива вокруг двухтрубного теплопровода, полученное преобразованием уравнения Ламе и Клапейрона, предложено А.П. Сафоновым (2) [4]:

$$t = t_0 + \frac{q_1}{2 * \pi * \lambda_{гр}} * \ln \sqrt{\frac{x^2 + (y+h)^2}{x^2 + (y-h)^2}} + \frac{q_2}{2 * \pi * \lambda_{гр}} * \ln \sqrt{\frac{(x-b)^2 + (y+h)^2}{(x-b)^2 + (y-h)^2}} , \quad (2)$$

где t_0 – температура грунта на глубине оси трубопровода, °C;

q_1, q_2 – удельные тепловые потери первой и второй трубы соответственно, Вт/м;

$\lambda_{гр}$ – теплопроводность грунта, Вт/(м · °C);

x и y – координаты расположения точки в грунте, м;

b – горизонтальное расстояние между осями труб, м;

h – глубина заложения оси теплопровода от поверхности земли, м.

Используя представленный метод, было проведено сравнение различных методов теплоизоляции трубопроводов подземной прокладки и выполнена оценка их эффективности.

Расчет был выполнен для двухстороннего трубопровода с диаметром прохода 600 мм, с толщиной стенки 9 мм [6]. Для примера расчёты выполнены для глубины заложения сети 2,0 м и температуры грунта на уровне оси трубы $t_0 = 1^\circ\text{C}$. Дорожная одежда в проведённых расчётах во внимание не принималась.

Было установлено, что оптимальным вариантом конструкции теплоизоляции подземного трубопровода является применение железобетонного коллектора с толщиной стенок не менее 100 мм, с нанесенным на них слоем пенополиуретана толщиной не менее 60 мм, с расстоянием от внешних точек труб до стенок коллектора не менее 200 мм. Данная конструкция обеспечивает полное исключение влияния трубопровода подземной прокладки на процесс промерзания-оттаивания грунтового массива.

Список литературы

1. Регламентные таблицы ГИБДД 2014-2015.
2. Нестле Х. Справочник строителя. Строительная техника конструкции и технологии. – М. Техносфера. 2007. 394 с.
3. Иванов Д.В., Зарапин Ю.А. Методы регулирования водно-теплового режима земляного полотна автомобильных дорог // Научный вестник ТГТУ. 2008.
4. Горячев М.Г., Довикян А.Н. Влияние бесканальных теплосетей в футляре на водно-тепловой режим земляного полотна // Наука и техника дорожной отрасли. 2008. № 1.
5. Сафонов А.П. Сборник задач по теплофикации и тепловым сетям. Учебное пособие для ВУЗов. – М.: Энергоатомиздат. 1985. 232 с.
6. Горячев М.Г., Довикян А.Н. Влияние бесканальных теплосетей в футляре на водно-тепловой режим земляного полотна // Наука и техника дорожной отрасли. 2008. № 1.

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ БЕСПИЛОТНОГО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА РОССИИ

Кудряков Сергей Алексеевич – доктор технических наук, заведующий кафедрой радиоэлектронных систем, Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации

Макаров Василий Викторович – генеральный директор, АНО ДПО «Центр подготовки специалистов беспилотной авиации», г. Москва

Аннотация. Рассмотрены актуальные аспекты развития беспилотных авиационных систем в Российской Федерации. Анализируются актуальные проблемы подготовки кадров для эксплуатации беспилотных систем, возникающие при интеграции беспилотных авиационных систем в единое воздушное пространство. Обосновывается необходимость и целесообразность создания Северо-западного «Центра беспилотных авиационных систем».

Ключевые слова: беспилотные авиационные системы, профессиональная подготовка, эксплуатация авиационной техники.

TOPICAL ISSUES OF DEVELOPMENT OF THE DRONE INDUSTRY IN RUSSIA

Kudryakov Sergey A. – Doctor of Technical Sciences, Head of the Chair "Radio- Electronic systems", Saint-Petersburg state University of civil aviation, St. Petersburg

Makarov Vasilii V. – General Director, ANO DPO training Center for unmanned aircraft", Moscow

Abstract. The article is devoted to consideration of topical aspects of the development of unmanned aircraft systems in the Russian Federation. Analyzes the current problems of personnel training for the use of unmanned systems arising from the integration of the UAS into a union airspace. The necessity and feasibility of establishing a North-Western Centre of unmanned aircraft systems.

Keywords: unmanned aircraft systems, training, operation of aircraft.

В настоящее время наблюдается лавинообразный рост интереса к беспилотной авиации как инновационному направлению развития современной техники, хотя история развития этого направления началась уже более 100 лет тому назад.

Считается, что первый в мире радиоуправляемый беспилотный самолет конструкции Г. Кертисса (*G.Curtiss*) совершил свой первый полет в США 12 сентября 1916 года, когда состоялись испытания первого радиоуправляемого самолета-снаряда «Хевит-Сперри».

По оценкам специалистов годовой объем рынка БЛА, составлявший в 2009 году около 5 млрд. долларов, должен к 2020 году превысить отметку 50 млрд. долларов. Неудивительно, что интерес к тематике беспилотных авиационных комплексов растет лавинообразно, и на сегодняшний день разработками беспилотных аппаратов занимаются более чем в 70 странах мира.

К числу признанных лидеров в области разработки и использования беспилотной техники принято относить США (до 40% объема рынка) и Израиль (до 4% объема рынка), являющихся крупнейшими поставщиками такой техники. Российские достижения в данной области пока относительно скромные, а потребности (с учетом размера и степени освоенности территории), вероятно одни из самых больших в мире.

Фактическое развитие международной авиационной беспилотной индустрии значительно опережает прогнозы ИКАО, на основании которых планировалось развитие данного авиационного сегмента. Так, например, в рамках циркуляра ИКАО Cir 328 (AN/190, 2011 год) «Беспилотные авиационные системы (БАС)» [3], вопросы использования беспилотной авиации для пассажирских перевозок рассматривались как сверх отдаленная перспектива, но на текущий момент в Китае уже созданы и проходят испытания БАС для осуществления пассажирских перевозок. Выпущенное в 2015 году «Руководство по дистанционно-пилотируемым авиационным системам (ДПАС)», док. 10019 (AN/507) ИКАО ориентировано на ускоренное развитие использования беспилотной авиации и ее интеграцию в систему воздушного транспорта [4].

Российская Федерация не может находиться в стороне от развития беспилотной авиации, однако единой федеральной программы развития беспилотной отрасли в нашей стране пока не существует. В настоящее время в рамках «Агентства стратегических инициатив по продвижению новых проектов», созданного во исполнение поручений Председателя Правительства Российской Федерации В.В. Путина от 17 мая 2011 г. № ВП-П16-3168 (пункт 15) и от 27 мая 2011 г. № ВП-П13-3511, проходит формирование дорожной карты AeroNet, как глобальной концепции развития беспилотной авиации в России на период до 2035 года.

В целях обеспечения соответствия квалификации выпускников учебных заведений требованиям современной экономики, приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 2 ноября 2015 года № 831 утвержден так называемый список «Топ 50», включающий 50 новых и перспективных профессий, наиболее востребованных на рынке труда, требующих среднего профессионального образования. Данный список используется для разработки и актуализации профессиональных стандартов, федеральных государственных образовательных стандартов и образовательных программ. В данный список входит профессия «Оператор беспилотных летательных аппаратов».

В целях реализации комплекса мер, направленных на совершенствование системы среднего профессионального образования, на 2015-2020 годы, утвержденных распоряжением Правительства Российской Федерации от 03.03.2015 № 349-р, в соответствии с Правилами разработки, утверждения федеральных государственных образовательных стандартов и внесения в них изменений, утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 05.08.2013 № 661, и в соответствии с поручением Министерства образования и науки Российской Федерации Санкт-Петербургским государственным университетом гражданской авиации разработаны и в установленном порядке представлены в Минобрнауки России проекты федеральных государственных образовательных стандартов среднего профессионального образования (ФГОС СПО) по профессии «Оператор беспилотных летательных аппаратов».

Следует отметить, что проекты ФГОС СПО по профессиям «Оператор беспилотных летательных аппаратов» были разработаны при активном участии образовательных организаций гражданской авиации, образовательных организаций Министерства обороны Российской Федерации, Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, реализующих образовательные программы в области подготовки специалистов авиационного персонала, а также представителей предприятий и организаций, заинтересованных в совершенствовании подготовки специалистов авиационного персонала по соответствующим профессиям и специальностям.

Понятно, что первоначальное назначение беспилотных авиационных комплексов носило прикладной военный характер. Значительная стоимость комплексов так же ограничивает их широкое использование в гражданских или промышленных целях. Тем не менее, прогресс неумолимо движется вперед, стоимость эксплуатационного часа снижается, и актуальность развития БЛА гражданского назначения уже в ближайшем будущем вызывает все меньше сомнений [1,2].

Широкий интерес к беспилотной тематике был продемонстрирован на ежегодных выставках в рамках правительственной Программы «Комплексная безопасность», «Интерполитех», Военно-промышленной Конференции "Перспективы развития роботизированных комплексов и БПЛА" под руководством Премьер Министра России, прошедшей в 2014 году, проводимой на базе НИИ «Геодезии», ежегодной Международной научно-технической конференции «Экстремальная робототехника», проводимой на базе Государственного научного центра Российской Федерации федерального государственного автономного научного учреждения «Центральный научно-исследовательский институт робототехники и технической кибернетики», при участии всех федеральных органов исполнительной власти, московских международных конференциях "Беспилотная авиация – 2014" и "Беспилотная авиация – 2015", организатором которых выступил Центр стратегических разработок в гражданской авиации (ЦСР ГА).

В Российской Федерации довольно много организаций и предприятий занимаются разработкой и производством беспилотной техники. А вот центров подготовки операторов и специалистов по обеспечению полетов БЛА пока считанные единицы. К тому же на сегодняшний день практически отсутствует единая система сертификации как самих БЛА, так и учебных курсов по подготовке операторов и обслуживающего персонала.

В настоящее время подавляющее большинство полетов беспилотной авиации проводится в особых режимах полетов, при которых воздушное пространство закрывается для других типов воздушных судов. Понятно, что масштабное развитие беспилотной техники приведет к необходимости выполнения полетов в едином воздушном пространстве подготовки соответствующих специалистов по эксплуатации БАС [1,2].

30 декабря 2015 были введены изменения в воздушный кодекс Российской Федерации (№ 462-ФЗ), в соответствии с которыми все летательные аппараты тяжелее 0,250 кг должны иметь сертификат летной годности. Кроме того, введены такие категории эксплуатирующего персонала, как внешний экипаж, внешний пилот и командир внешнего экипажа, что предполагает наличие у этих специалистов соответствующих сертификатов авиационного персонала. Указанные ограничения были восприняты беспилотным сообществом как чрезмерно строгие и через шесть месяцев обсуждений и дискуссий в Воздушный кодекс Российской Федерации были вновь внесены изменения (Федеральный закон № 291-ФЗ от 03 июля 2016 года), которые облегчили процедуру регистрации и эксплуатации беспилотных аппаратов весом менее 30 кг.

Предстоящее широкое развитие рынка беспилотной авиации должно сопровождаться подготовкой квалифицированных кадров для ее эксплуатации.

В настоящее время специальная подготовка персонала для эксплуатации БАС в гражданских целях практически не ведется. Полеты осуществляются либо сотрудниками предприятий-разработчиков, либо операторами, прошедшими краткие курсы инструктажа по использованию конкретного типа малых беспилотных аппаратов взлетным весом до 30 кг, по программам, не включающим изучение Федеральных авиационных правил.

В ближайшее время на рынке ожидается появление беспилотных аппаратов с взлетным весом до 1000 кг, что приведет к необходимости пересмотра всего комплекса мероприятий по обеспечению полетов. Потребуется специальные площадки базирования, взлетно-посадочные полосы (для крупных аппаратов самолетного типа), системы радиотехнического обеспечения и т.п. Для эксплуатации этого оборудования потребуются квалифицированные специалисты, прошедшие специальные программы подготовки.

Кроме того, для эффективного взаимодействия БАС с действующей системой ОрВД будет необходимо провести «доучивание» специалистов ОрВД для работы с внешними пилотами и другими категориями специалистов, эксплуатирующих БАС.

Санкт-Петербург фактически становится центром Северо-Западного кластера предприятий беспилотной индустрии, так как именно здесь расположены главные отечественные предприятия разработчики и изготовители серийных БАС как гражданского, так и двойного

назначения, ОАО «СТЦ», ОАО «Руссо-Балт», ООО «Плаз», ОАО «НПП «Радар ММС» и другие.

В Санкт-Петербурге находится единственный транспортный авиационный университет, в рамках которого в ближайшее время будет действовать единое учебно-методическое объединение по укрупненной группе специальностей и направлений подготовки 25.00.00 «Аэронавигация и эксплуатация авиационной и ракетно-космической техники». Наличие у университета широкой сети филиалов, расположенных от Выборга до Хабаровска, позволяет проводить подготовку специалистов практически на всей территории России.

В Санкт-Петербурге также расположен ведущий отечественный университет авиационного и космического приборостроения и ряд других университетов, например, Балтийский государственный технический университет «Военмех» им. Д.Ф. Устинова, в рамках которых можно развернуть программу совместной подготовки специалистов по проектированию, производству и эксплуатации БАС.

Особенность подготовки персонала по эксплуатации и обслуживанию БАС состоит в необходимости совмещения нескольких разноплановых профессиональных компетенций, традиционно связанных с различными профессиями. Это требование определяется малой численностью бригад, обслуживающих БАС и требованием взаимозаменяемости персонала.

Профессиональные стандарты для специалистов по эксплуатации БАС на сегодняшний день находятся в стадии разработки и обсуждения. В качестве базовых профессиональных навыков для специалиста по эксплуатации БАС, вероятно, можно предложить следующие:

- внешний пилот (оператор станции внешнего пилотирования);
- оператор полезной нагрузки;
- специалист по техническому обслуживанию БАС и полезной нагрузки.

Осуществление полетов в едином пространстве, а также осуществление полетов нескольких беспилотных аппаратов в одном регионе потребуют наличия дополнительных специалистов: специалиста по организации и обеспечению полетов беспилотных аппаратов и специалиста по управлению воздушным движением (для БАС).

Таким образом, понятно, что профессиональная подготовка специалистов по эксплуатации БАС должна вестись на разных уровнях профессионального образования (СПО, ВО), а также включать в себя профессиональную переподготовку специалистов служб гражданской авиации для совместной работы с БАС в едином воздушном пространстве.

Специфика беспилотной авиации состоит в близости гражданского и военного применения БАС. По этой причине представляется целесообразным проводить модульную подготовку специалистов по беспилотной технике двойного применения. Подготовка таких специалистов в рамках гражданских учебных заведений позволит существенно сократить последующие программы специальной подготовки, которые будут содержать только учебные модули, касающиеся полезной нагрузки специального назначения. Кроме того, модульный подход позволит существенно упростить работу соответствующих военных кафедр.

По состоянию на текущий момент правовая база для беспилотной авиации практически полностью отсутствует. Вероятно, в ближайшее время из-за разности в скоростях развития рынка и подготовки юридического сопровождения деятельности БАС многие правила будут приниматься с временным статусом и в дальнейшем пересматриваться исходя из опыта практической деятельности.

Задача разработки и создания всей учебно-методической и материальной базы подготовки всех категорий эксплуатирующего персонала БАС по системе бакалавриата, специалитета и магистратуры, безусловно, требует значительного времени. Однако уже сейчас можно начать данную работу совместно с производителями БАС в рамках модернизации и методического дополнения действующих у них программ подготовки операторов БЛА.

На основании выше изложенного представляется целесообразным создать на базе Санкт-Петербургского государственного университета гражданской авиации региональный

Северо-Западный «Центр беспилотных авиационных систем» со следующими основными задачами:

- координация деятельности по разработке нормативных документов, определяющих порядок и формы подготовки и переподготовки персонала для эксплуатации БАС;
- разработка учебных планов, рабочих программ и иного необходимого учебно-методического обеспечения для организации профессиональной подготовки и переподготовки авиационных специалистов;
- реализация программ подготовки и переподготовки специалистов по эксплуатации БАС;
- информационно-консультативная деятельность в сфере БАС;
- развитие технического творчества молодежи и студентов.

Объединение и координация деятельности всех заинтересованных организаций, безусловно, будет одним из определяющих условий ускоренного развития беспилотной индустрии в России.

Список литературы

1. Беспилотная авиация: терминология, классификация, современное состояние / В.С. Фетисов, Л.М. Неугодникова, В.В. Адамовский, Р.А. Красноперов // Уфа: ФОТОН. 2014. 217 с.
2. Беспилотные авиационные системы: Общие сведения и основы эксплуатации / С.А. Кудряков, В.Р.Ткачев, Г.В. Трубников, В.И. Кисличенко // СПб.:Свое издательство. 2015. 121 с.
3. Беспилотные авиационные системы (БАС). ИКАО, сир. 328, AN/190, 2011.
4. Руководство по дистанционно-пилотируемым авиационным системам (ДПАС), ИКАО, doc. 10019, AN/507. 2015.

УДК 338.47:656.7(470.1/.2+571.121)

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СЕТИ АЭРОПОРТОВ ЕВРОПЕЙСКОГО И ПРИУРАЛЬСКОГО СЕВЕРА РОССИИ

Киселенко Анатолий Николаевич – доктор технических наук, доктор экономических наук, профессор, заведующий лабораторией проблем транспорта

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
научного центра Уральского отделения Российской академии наук*

Аннотация. Приведен анализ деятельности сети аэропортов и аэродромов Европейского и Приуральского Севера России и показаны перспективы её развития.

Ключевые слова: сеть, аэропорт, перевозки, функционирование, развитие, Европейский и Приуральский Север России.

FEATURES OF DEVELOPMENT AND FUNCTIONING OF THE AIRPORT NETWORK IN THE EUROPEAN AND CISURAL NORTH OF RUSSIA

*Kiselenko Anatoly N. – Doctor of Technical and Economics Sciences, Professor, Head of the
Laboratory of transportation problem*

*Fomina Irina V. – Researcher of the Laboratory of transportation problem
Sheveleva Anna A. – junior researcher of the Laboratory of transportation problem
Institute for Socio-economic and energy problems in North of Komi Science Centre of the Ural
Branch of the Russian Academy of Sciences*

Abstract. Of activity of airport and airfields network in the European and Cisural North of Russia is provided in article and the prospects of her development are shown.

Keyword: network, airport, transportation, functioning, development, European and Cisural North of Russia.

Основу сети аэропортов Европейского и Приуралья Севера России (ЕиПСР) составляют аэропорты и аэродромы Мурманской области, Республики Карелия, Вологодской области, Архангельской области (включая Ненецкий автономный округ), Республики Коми и части Ямало-Ненецкого автономного округа. Анализ деятельности сети показал следующие особенности её функционирования на территории ЕиПСР:

- сеть аэропортов развита слабо;
- закрытие и ликвидация аэродромов местных воздушных линий оказали негативное воздействие на изменение объемов перевозок и на уровень транспортного обслуживания территории;
- основной объем пассажирских и грузовых авиаперевозок приходится на деятельность аэропортов, расположенных в столицах субъектов РФ и крупных промышленных центрах;
- строительство новых аэропортов в арктической зоне РФ (на полуострове Ямал).

В настоящее время основные направления авиаперевозок на ЕиПСР приходятся на полеты в крупные города. При этом развитая в советское время сеть местных воздушных линий существенно сократилась [1,2]. Для сравнения, только по Республике Коми количество аэродромов гражданской авиации сократилось с 89 в 1990 г. до 7 к 2012 г. (По данным Министерства промышленности, транспорта и энергетики Республики Коми). При недостаточной развитой сети местных воздушных линий доступность населения отдаленных населенных пунктов ЕиПСР обеспечивается вертолетами, стоимость пассажирских перевозок на которых значительно выше, чем на воздушных судах малой авиации [3]. Вертолеты также являются основным средством доставки вахтового персонала на объекты разрабатываемых нефтегазовых месторождений в Ненецком автономном округе, Республике Коми и Ямало-Ненецком автономном округе.

В целом, сокращение сети аэропортов и аэродромов на ЕиПСР сказалось на динамике объемов авиаперевозок в регионе. В настоящее время объемы авиаперевозок по субъектам ЕиПСР не превышают значений: 1,5 млн чел. – для пассажиров и менее 0,01 млн т – для грузов. Так, объемы авиаперевозок пассажиров по сравнению с 1990 г. к 2011 г. сократились:

- в 1,55 раза (Архангельская область);
- в 3,5 раза (Мурманская область);
- в 8,3 раза (Вологодская область);
- в 95 раз (Республика Карелия);
- в 8,53 раза (Республика Коми).

Рассчитано на основе данных Архангельскстата, Мурманскстата, Карелиястата, Вологдастата, Комистата.

Среди причин снижения объемов пассажирских авиаперевозок ЕиПСР следует выделить:

- сокращение сети местных воздушных линий и снижение числа авиарейсов;
- отсутствие воздушных судов для работы в северных условиях;
- снижение уровня доходов населения при росте цен на авиабилеты и др.

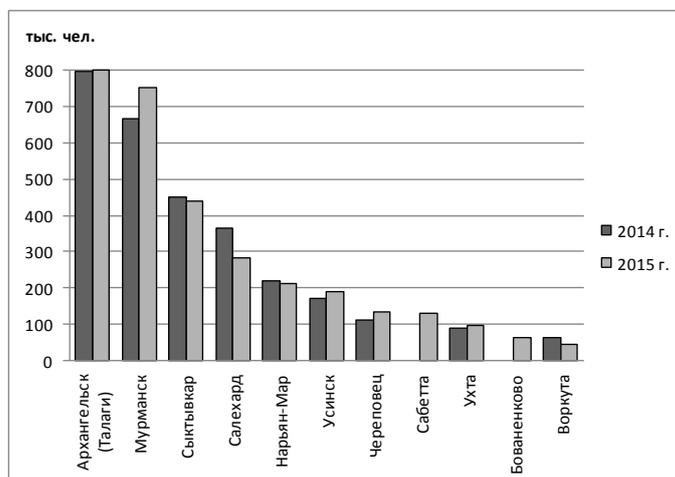
Дефицит воздушных судов, предназначенных для постоянной работы в северных и арктических условиях, ограничивают возможности дальнейшего развития авиаперевозок на территории ЕиПСР, в том числе для комплексного развития и обеспечения деятельности Северного морского пути (СМП). Имеющиеся варианты модификации самолета Ан-2 [4] и Як-40 [5] позволяют частично решить эту проблему.

Строительство двух новых аэропортов на полуострове Ямал (Бованенково и Сабетта) позволили расширить существующую маршрутную сеть воздушного сообщения на ЕиПСР и частично перераспределить транспортные потоки из других аэропортов региона. Ниже на рисунке приведены данные динамике объемов авиаперевозок через аэропорты ЕиПСР за последние два года.

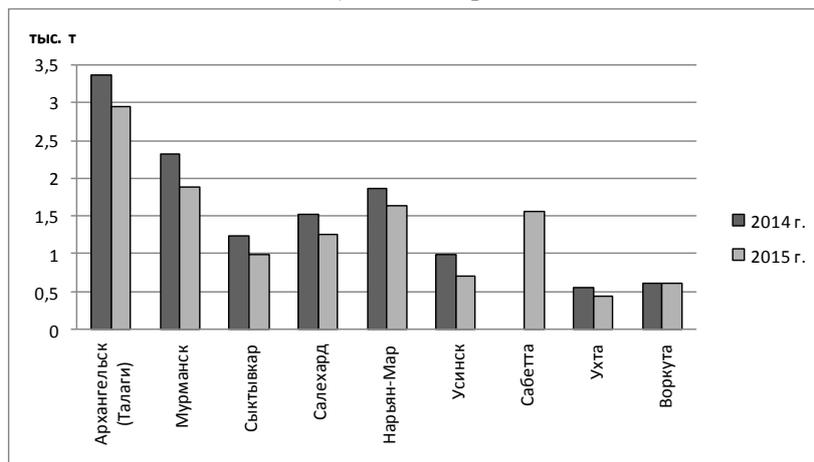
Таким образом, дальнейшее развитие авиаперевозок на территории ЕиПСР связано:

- с восстановлением платежеспособного спроса населения на авиаперевозки;
- развитием Полярной (Арктической) авиации.

Необходимость возрождения деятельности Полярной авиации связана с обеспечением деятельности СМП и улучшением качества обслуживания территории ЕиПСР. В этой связи необходимо осуществить реконструкцию аэродрома транспортной авиации «Советский» в районе г. Воркута под авиатехническую базу и аэропорт Полярной авиации.



а) пассажиры



б) грузы и почта

Рисунок 1 – Объемы авиаперевозок через аэропорты Европейского и Приуралья Севера России за 2014 – 2015 гг.

В качестве преимущества использования этого аэродрома как базового для Полярной авиации следует рассматривать:

- близкое расположение к трассам Северного морского пути;
- наличие железнодорожных подходов к г. Воркута;
- принимаемость всех типов самолетов.

Составлено по данным Росавиации.

Для пассажирских авиаперевозок – по аэропортам, объем перевезенных пассажиров за 2015 г. составлял более 45 тыс. чел. Для аэропортов Сабетта и Бованенково значений за 2014 г. нет (рис.1 а).

Для авиаперевозок грузов и почты – по аэропортам, объем перевезенных грузов и почты, через которые за 2015 гг. составлял более 0,1 тыс. т. Для аэропорта Сабетта значений за 2014 г. нет (рис. 1 б).

Таким образом, в ходе исследования были выявлены особенности функционирования сети аэропортов на территории ЕиПСР. При этом показано, что её дальнейшее развитие связано с необходимостью расширения сети регулярного авиасообщения, увеличением платежеспособного спроса населения на авиаперевозки, возрождением деятельности Полярной авиации.

Список литературы

1. Тархов С.А. Изменение связанности пространства России (на примере пассажирского сообщения). М. – Смоленск: Ойкумена. 2015. 154 с.
2. Горшкова И.В., Клочков В.В. Экономический анализ перспектив развития воздушного транспорта в малонаселенных регионах России // Проблемы прогнозирования. 2011. № 6. С. 36-52.
3. Киселенко А. Н., Малащук П. А., Сундуков Е. Ю. О гражданской авиации на европейском северо-востоке страны // Мир транспорта. 2013. № 1. С. 92-99.
4. Киселенко А.Н. О развитии транспортной системы Европейского Севера России // Региональная экономика: теория и практика. 2014. №11. С. 2-11.
5. Киселенко А.Н. Транспорт Европейского и Приуралья Севера России: основные цели и проекты развития // Вестник Коми НЦ УрО РАН. Вып. 31. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН. 2016. С. 102-115.

УДК 629.7.051

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА DOMINATOR ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ РОССИИ

Рубцов Евгений Андреевич – кандидат технических наук, доцент кафедры радиоэлектронных систем

Котов Степан Александрович – студент факультета летной эксплуатации

Рустамов Юрий Михайлович – студент факультета летной эксплуатации

*ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет
гражданской авиации*

Аннотация. Рассмотрен беспилотный летательный аппарат Dominator, созданный на базе Diamond DA-42 MPP. Проанализирована возможность применения таких аппаратов для решения задач гражданской авиации России.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, сенсорное оборудование, Diamond DA-42, Dominator.

OPPORTUNITIES ANALYSIS OF UNMANNED AERIAL VEHICLE DOMINATOR FOR SOLVING PROBLEMS OF RUSSIAN CIVIL AVIATION

Rubtsov Evgeny A. – PhD in Engineering, Associate Professor, Department of Radioelectronic systems

Kotov Stepan A. – student of faculty of flight operation

Rustamov Uriy M. – student of faculty of flight operation

Saint- Petersburg State University of Civil Aviation

Abstract. In the article the unmanned aerial vehicle Dominator, based at the Diamond DA-42 MPP is considered. Analyzed the possibility of using such vehicle for solving problems of Russian civil aviation.

Keywords: unmanned aerial vehicle, the sensor equipment, Diamond DA-42, Dominator.

В настоящее время производители беспилотных летательных аппаратов (БЛА) разрабатывают свои модели с нуля, руководствуясь требуемыми летными качествами и необходимой полезной нагрузкой для решения конкретных задач. Производимые аппараты, как правило, имеют узкую специализацию, кроме того нередко случаи выявления недостатков, не учтенных на стадии проектирования аппарата. И если для малых БЛА такой подход в целом приемлем, в частности из-за их сравнительно небольшой стоимости, то для БЛА массой в сотни килограмм требуется иное решение [1].

Перспективным является направление, связанное с глубокой модернизацией существующих пилотируемых воздушных судов и создание на их базе беспилотных аппаратов. При этом решается проблема обеспечения требуемых летных качеств, поскольку аппарат прошел необходимую проверку и имеет большой налет часов, кроме того при модернизации можно уменьшить недостатки, присущие воздушным судам. В качестве примера такой модернизации можно привести БЛА Dominator, созданный на базе Diamond DA-42 MPP.

Австрийская фирма «Diamond Aircraft» выпускает четырёхместный двухдвигательный самолёт для частного использования Diamond DA-42, на базе которого существует множество модификаций, находящих все большее применение в разных отраслях, но наибольший интерес представляет модель Diamond DA-42 MPP (Multi-Purpose Platform) [2].

Самолет Diamond DA-42 MPP был специально разработан для несения легкозаменяемого, многофункционального сенсорного оборудования. Оборудование может находиться в переднем, подфюзеляжном, а также специальном носовом подвесных отсеках (рис. 1). В подфюзеляжном отсеке могут размещаться дополнительные топливные баки, что позволит увеличить дальность полета до 2000 км, а время полета – до 13 часов со средним расходом 14 литров на 100 км [3,4].

Diamond DA-42 MPP может эксплуатироваться в сложных погодных условиях. Это единственный самолет этого класса с сертифицированной противообледенительной системой.

На базе самолета Diamond DA-42 MPP израильская компания Aeronautics Defense Systems создала беспилотный летательный аппарат Dominator, который способен развивать скорость до 400 километров в час и находиться в воздухе до 28 часов. Предельная высота полета составляет 9200 метров. За счет того, что на борту БЛА нет экипажа, а также средств защиты и каabinного оборудования, Dominator может принимать на борт мощные и крупногабаритные радиотехнические средства суммарной массой до 300 кг [5].

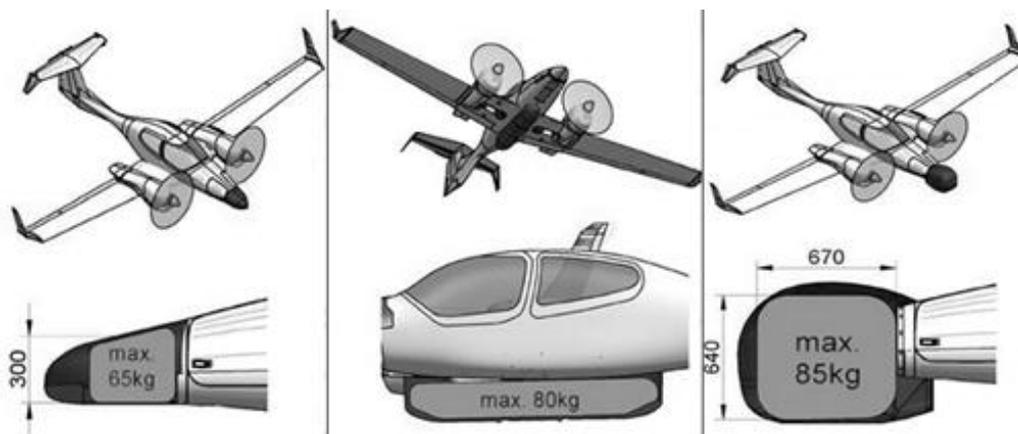


Рисунок 1 – Подвесные отсеки Diamond DA-42 MPP

Бортовое оборудование БЛА, помимо стандартного сенсорного оборудования Diamond DA-42 MPP, включает следующие специальные системы:

- 1) ALR (Alarm and Location of Radars);
- 2) GCS (Global Communication System);
- 3) SAR (Synthetic Aperture Radar);
- 4) COMINT (Communication Intelligence).

ALR представляет собой систему обнаружения сигналов радиолокационных станций (и в некоторых случаях – ракет и средств радиоэлектронной борьбы). Система позволяет обнаружить сигналы частотой от 500 МГц до 20 ГГц, определить удаление до источника и его направление, а также сформировать траекторию ухода за пределы их зоны действия.

GCS (глобальная коротковолновая система связи) представляет собой международную сеть коротковолновой связи, обеспечивающую управление и контроль над самолетами и кораблями США. GCS поддерживает всех зарегистрированных пользователей в любом районе нахождения. С 2002 года GCS объединяет в себе сети ВВС и ВМФ США, сети Верховного командования ВМС и Стратегического Авиационного командования США. В 2003 году все оборудование сети получило возможность удаленного управления из главной контролирующей станции сети, находящейся на авиабазе Эндрюс. В настоящее время GCS использует 9 частот от 4.7 МГц до 15 МГц.

SAR представляет собой радиолокатор с синтезированной апертурой, который позволяет получать двух- и трехмерное изображение земной поверхности. SAR способен работать как радиовысотомер больших и малых высот, как радиолокатор бокового и панорамного обзора (рис. 2).

COMINT представляет собой систему перехвата текстовых и голосовых сообщений. Система позволяет определять источник сообщений, его характеристики и местоположение, а при передвижении – строить маршрут передвижения. COMINT применяется в разведывательных целях при проведении военных и антитеррористических операций.

Dominator применяется для разведки на больших площадях и в удаленных районах. Данные, полученные с беспилотного аппарата, передаются на наземную станцию управления через спутник связи.

Анализ характеристик, как самого аппарата, так и применяемой стандартной и специальной аппаратуры позволяет сделать вывод о его актуальности для решения ряда важных задач гражданской авиации России.

Аналоги ALR и COMINT могут применяться при поиске и спасении терпящих бедствие ВС и других транспортных средств, а также для поиска людей в горных и труднодоступных районах по сигналам любых имеющихся радиоизлучающих средств.

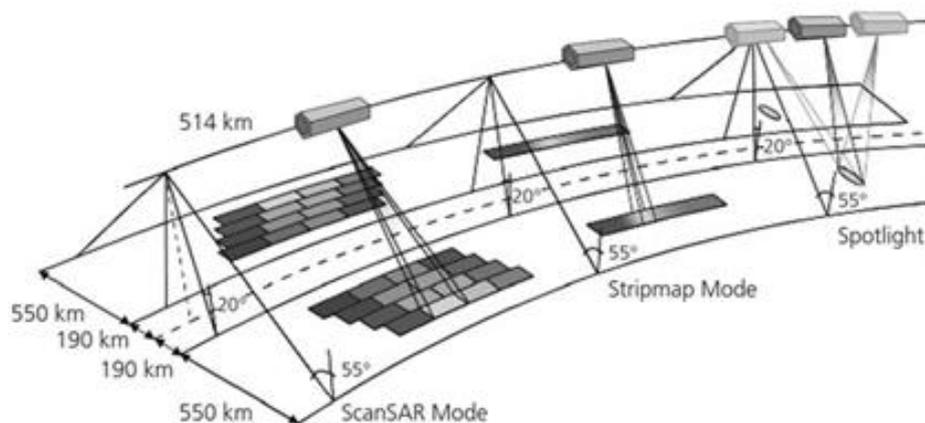


Рисунок 2 – Сканирование земной поверхности системой SAR

Система GSC позволяет обмениваться сообщениями по низкоскоростным каналам передачи данных ВЧ диапазона. Для России создание аналогичной сети является актуальной задачей, поскольку в нашей стране пока еще не развиты системы спутниковой связи, и декаметровая радиосвязь часто является единственным средством передачи сообщений. Создание подобной системы позволит реализовать такие технологии, как АЗН-К и CPDLC, что соответствует концепции создания аэронавигационной телекоммуникационной сети АТН [6].

SAR может применяться для создания цифровых моделей рельефа высокой точности, а также получения информации о сложившейся обстановке при стихийных бедствиях (землетрясения, наводнения и др.).

Возможность длительной работы (до 13 часов), наличие противообледенительной системы, применение мощных радиотехнических средств, с большими массогабаритными характеристиками, по сравнению с теми, которые могли бы использоваться, если бы на борту был экипаж, а также отсутствие необходимости наличия средств защиты экипажа и кабинного оборудования позволяют использовать подобные БЛА в сложных и экстремальных условиях для решения следующих задач:

- разведка и наблюдение за лесными пожарами;
- обеспечение спасательных работ (в том числе экстренная доставка медикаментов и средств защиты для потерпевших аварию);
- ледовая разведка;
- патрулирование северных границ России и Северного морского пути;
- анализ фауны в районах крайнего севера;
- обеспечение связи в удаленных районах путем ретрансляции сигнала;
- обеспечение технологии ретрансляции сообщений АЗН в рамках реализации технологии ADS-R.

Применение беспилотного летательного аппарата, имеющего схожие с Dominator характеристики позволит выполнять сложные работы без угрозы экипажу и снизить эксплуатационные расходы.

Список литературы

1. Беспилотные авиационные системы / С.А. Кудряков, В.Р. Ткачев, Г.В. Трубников, В.И. Кисличенко. Санкт-Петербург: Свое Издательство. 2015. 121 с.
2. Diamond aircraft DA-42 [Электронный ресурс] // Diamond aircraft. URL: <http://www.diamondaircraft.com/aircraft/da42> (дата обращения 18.10.2016).

3. Diamond aircraft: Innovation [Электронный ресурс] // Diamond aircraft. URL: <http://www.diamondaircraft.com/about-diamond/innovation> (дата обращения 18.10.2016).
4. Special mission aircraft [Электронный ресурс] // Diamond aircraft. URL: <http://www.diamond-air.at/special-mission-aircraft.html> (дата обращения 18.10.2016).
5. Dominator MALE UAV, Israel [Электронный ресурс] // Airforce-technology. URL: <http://www.airforce-technology.com/projects/dominator-uav> (дата обращения 18.10.2016).
6. Радиотехническое обеспечение полетов воздушных судов и авиационная электро-связь / 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.

УДК 629.7.02; 629.733.33; 629.735

КОНЦЕПЦИЯ ОДНОРОТОРНОГО ТОРОКОПТЕРА

Павлов Сергей Николаевич – инженер, начальник сектора вооружений, Научно-технический центр Общероссийской общественной организации «Союз казаков»

Семенов Александр Георгиевич – кандидат технических наук, доцент и ведущий научный сотрудник кафедры инжиниринга силовых установок и транспортных средств Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого; директор Научно-технического центра Общероссийской общественной организации «Союз казаков»

Аннотация. Предложена концепция новой разновидности комбинированных летательных аппаратов – торокоптера. Летательный аппарат представляет собой гибрид вертолета и дирижабля. Описаны особенности конструкции торокоптера и ориентировочные его технико-эксплуатационные характеристики в приложении к однороторному варианту. Статья-доклад предназначена, главным образом, для специалистов в областях авиации и воздухоплавания.

Ключевые слова: комбинированный летательный аппарат, воздухоплавание, авиация, дирижабль, вертолет, торокоптер, ротор.

CONCEPT ONE-ROTORS OF TOROKOPTER

Pavlov Sergey N. – engineer, Hief of the sector of the armses, Research centre Obscherossiyskoy public body "Alliance of the cossacks", St.Petersburg

Semenov Alexander G. – PhD in Technical Sciences, Associate Professor and Leading Researcher, Department of Engineering of Engines and Transport Vehicles, Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, director of Research centre Obscherossiyskoy public body "Alliance of the cossacks", St.Petersburg

Abstract. The Offered concept to new variety of the multifunction flying machines (LA) – torocopters. LA presents itself hybrid of the helicopter and airship. The Described design feature of torocopters and approximate his(its) technician-field-performance datas in exhibit to one-rotors variant. The Article-report is intended, mainly, for specialist in area of the aviations and aerostations.

Keywords: the Multifunction flying machine, aerostation, aviation, airship, helicopter, torocopter, rotor.

Состояние вопроса и обзор аналогов

В настоящее время существуют понятия «вертостат» – безбалластный гибридный летательный аппарат (ЛИА) вертикального взлета и посадки, у которого для создания аэродинамической подъемной силы используются вертолетные воздушные винты, и «планостат» –

безбалластный гибридный ЛА укороченного взлета и посадки, у которого для создания аэродинамической подъемной силы используется корпус ЛА или крыло, либо их комбинация в сочетании с винтами.

Однако первый аппарат не обеспечивает горизонтального перемещения, а второй требует усложненной формы баллона.

Одним из вариантов таких аппаратов является поисковый ЛА *ESTOLAS* (рис.1), в центральных отсеках которого расположен баллон с гелием (тороидальный, под фюзеляжем) и подъемный турбовентилятор, прикрываемый жалюзи [1].

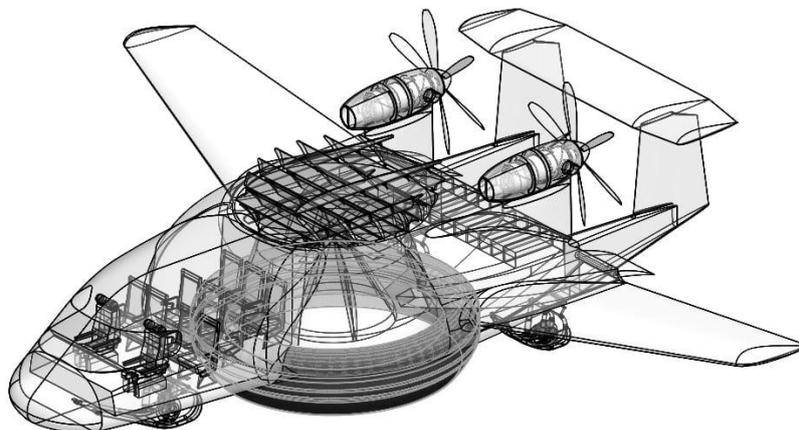


Рисунок 1 – ЛА *ESTOLAS* (проект) [1]

Баллон может использоваться как элемент воздушной подушки. Разработчики обещали укороченный разбег ЛА и три варианта самолета в легком среднем и тяжелом варианте. Однако с 2013 г. об этом проекте практически ничего не известно.

Однороторный торокоптер (концепция)

Авторы предложили свое видение решения этой проблемы.

При том, что немалая часть дирижаблей используется для транспортировки малых грузов (до 1500 кг) и на вспомогательных работах, было бы важно разработать аппарат, объединяющий свойства как вертолета, так и дирижабля.

После предварительных проработок была предложена конструкция такого ЛА в предварительном варианте (рис. 2, 3).

Основой аппарата стал бы тороидальный мягкий баллон, внутри которого на мягких тягах или жесткой подвеске устанавливалась гондола с винтомоторной группой (ВМГ) с несущими винтами.

При этом никаких систем управления шагом винтов или отдельной частотой вращения одного винта не предусмотрено. Управление производится только скоростью вращения винтов и углом наклона плоскости вращения винтов. При объединении обеих систем в единый комплекс. Такое отклонение создает управление вектором тяги (УВТ), благодаря которому возможно движение аппарата по горизонтали. Сочетание изменяемой силы тяги винтов и УВТ позволяет управлять аппаратом по горизонтали и вертикали, а также проводить поворотные манёвры.

Исходя из массы груза, для баллона грузоподъемностью 100 кг, легко найти объем для баллона – около 300 м^3 . По предварительным расчетам, для тора можно подобрать размеры: радиус образующего кольца $r = 1,5 \text{ м}$, радиус внешнего кольца $R = 7 \text{ м}$, диаметр баллона 17 м, внутренний диаметр 11 м.

Исходя из компенсационной функции баллона, можно предполагать, что мощность мотора для силовой установки потребуется небольшая и размах лопастей тоже довольно малый – около 5 м с небольшой скоростью вращения.

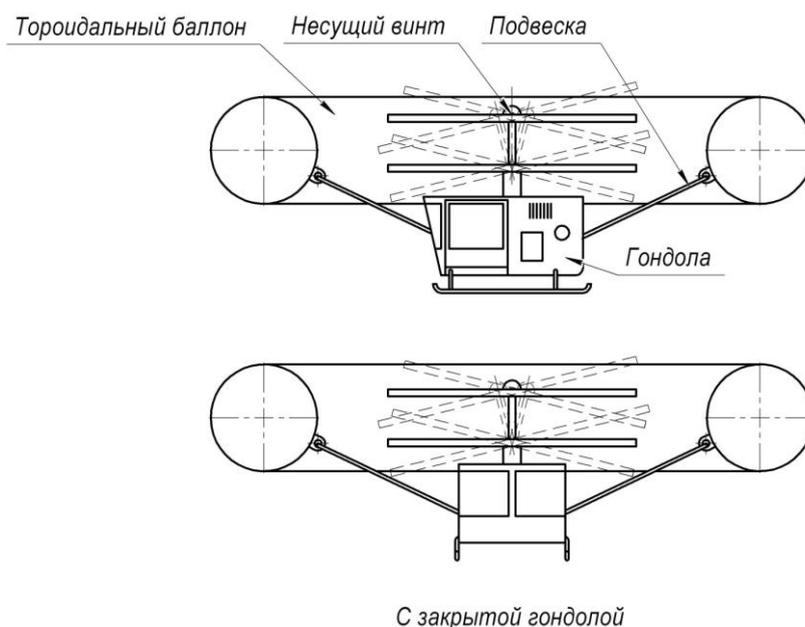


Рисунок 2 – Предлагаемый одноторный торокоптер: устройство (компоновочная схема) и схема работы

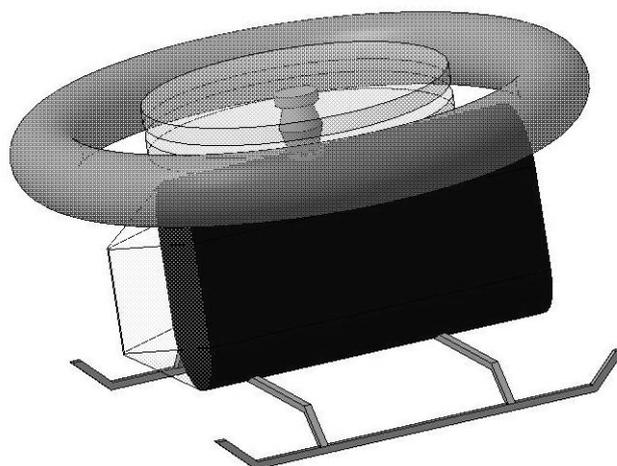


Рисунок 3 – Предлагаемый одноторный торокоптер: внешний вид (компьютерная 3D-модель)

Управление таким аппаратом несложно:

Для взлета ЛА надо включить двигатель и увеличить обороты винтов. После отрыва от земли и набора высоты следует наклонить ручку управления вектором тяги от стороны полета (если на аппарате не установлено реверсированное управление) и увеличить скорость вращения вала двигателя для выравнивания высоты полета; маневрирование в ходе полета проводится постепенным изменением отклонения вектора тяги. Посадка проводится убором газа после зависания в точке посадки.

В развитие концепции однолопастного торокоптера может быть предложен послепо-садочный реверс винтов для временного прижатия аппарата к земле до швартовки.

В ходе полета положение баллона не меняется, оставаясь горизонтальным.

Этот аппарат должен стать менее аварийным, чем вертолеты и самолеты, ввиду близости по конструкции к дирижаблям и при наполненности гелием их аварийность снижена

наличием тороидального баллона-бампера, который при неудачном пилотировании самортизирует столкновения с другими объектами, а при отключении двигателя обеспечит плавное снижение, особенно с совместным применением авторотации винта.

Такое опасное явление при эксплуатации вертолетов, как попадание воздушных и наземных объектов в винт, устраняется отсутствием необходимости работы винта на больших оборотах и вписанностью его во внутреннее кольцо тора.

Такие недостатки дирижаблей, как большая парусность, обусловленная большим удельным объемом, ликвидируются на данном аппарате меньшим удельным объемом баллона и компенсацией нехватки грузоподъемности работой (ВМГ), спрятанной в проекции тора баллона. За счет меньшей парусности и УВТ маневренность аппарата также выше, чем у обычного дирижабля.

При использовании соосной схемы на стоянке малые стояночные габариты могут быть достигнуты при развороте (складывании) лопастей вдоль ЛА и укладывании сдутого баллона на них и на гондолу ЛА. Это позволит примерно вдвое уменьшить длину и более чем в 2,5 раза ширину аппарата на стоянке при большей, чем у дирижаблей, готовности к вылету за счет меньшей необходимой емкости баллона.

Однако к недостаткам аппарата такой схемы следует отнести малую грузоподъемность и попадание гондолы в зону ометания.

В центре масс баллона на карданном подвесе закреплена гондола, остающаяся горизонтальной в ходе полета аппарата.

Вращательное маневрирование (важное для крупных машин) может осуществляться также разницей в тяге винтов или вариантом с электрической передачей энергии от центрального генератора на весь комплекс ВМГ с возможностью регулировки разностью напряжения на них.

Такие ЛА могут формировать сборные платформы для перевозки груза заданной массы.

Торокоптер простейшей конструкции должен иметь подвесную систему, крепящуюся к баллону и вручную отклоняемую ВМГ. Этот аппарат может быть развлекательным, туристическим и частично поисково-спасательным.

Его минимальная конструкция приводит к перерасчету баллона меньшего объема и размеров. Внутренний диаметр баллона станет равным около 3 м, а внешний – 7 м. Толщина баллона составит 2 м.

В случае сборки испытательного аппарата из готовых материалов может быть использован вертолет *AirScooter / AirScooter II* [2].

Единственное отличие от концепции – наличие на хвосте вертолета рулей, отклоняющих поток винта для возможности кругового маневрирования. Это дополнение усложняет конструкцию и изначально не входит в концепцию, но может быть оставлено.

Масса и габариты вертолета совпадают с расчетами для баллона подходящей емкости и установка его позволит увеличить грузоподъемность торокоптера до 250 кг. Для переделки следует установить на базовый вертолет баллон, изготовленный по расчетам, и крепежную систему для его фиксации.

Список литературы

1. Летательный аппарат *ESTOLAS* – гибрид самолета, вертолета, дирижабля и судна на воздушной подушке // Доступно на: <http://www.dailytechinfo.org/auto/5371-letatelnyy-apparat-estolas-gibrid-samoleta-vertoleta-dirizhablya-i-sudna-na-vozdushnoy-podushke.html>.
2. *AirScooter, AirScooter II single seat ultralight helicopter* // Доступно на: <http://www.sportaviationmagazine.com>; <http://salda.ws/video.php?id=V8zqG4LRnrE>.

КОНЦЕПЦИЯ МНОГОРОТОРНОГО ТОРОКОПТЕРА

Павлов Сергей Николаевич – инженер, начальник сектора вооружений, Научно-технический центр Общероссийской общественной организации «Союз казаков»

Семенов Александр Георгиевич – кандидат технических наук, доцент и ведущий научный сотрудник кафедры инжиниринга силовых установок и транспортных средств Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого; директор Научно-технического центра Общероссийской общественной организации «Союз казаков»

Аннотация. Предложена концепция новой разновидности комбинированных летательных аппаратов – торокоптера. Летательный аппарат представляет собой гибрид вертолета и дирижабля. Описаны особенности конструкции торокоптера и ориентировочные его технико-эксплуатационные характеристики в приложении к многороторному варианту. Статья-доклад предназначена, главным образом, для специалистов в областях авиации и воздухоплавания.

Ключевые слова: комбинированный летательный аппарат, воздухоплавание, авиация, дирижабль, вертолет, торокоптер, ротор.

CONCEPT MUCH-ROTORS OF TOROKOPTER

Pavlov Sergey N. – engineer, Hief of the sector of the armses, Research centre Obscherossiyskoy public body "Alliance of the cossacks", St.Petersburg

Semenov Alexander G. – PhD in Technical Sciences, Associate Professor and Leading Researcher, Department of Engineering of Engines and Transport Vehicles, Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University; director of Research centre Obscherossiyskoy public body "Alliance of the cossacks", St.Petersburg

Abstract. The Offered concept to new variety of the multifunction flying machines (LA) – torocopters. LA presents itself hybrid of the helicopter and airship. The Described design feature of torocopters and approximate his(its) technician-field-performance datas in exhibit to much-rotors variant. The Article-report is intended, mainly, for specialist in area of the aviations and aerostations.

Keywords: the Multifunction flying machine, aerostation, aviation, airship, helicopter, torocopter, rotor.

Ранее авторами была выдвинута идея и проработаны схемные и компоновочные решения – концепта новой разновидности комбинированных летательных аппаратов (ЛА), получивших название «торокоптер» – гибрида «вертостат» (безбалластный гибридный ЛА вертикального взлета и посадки, у которого для создания аэродинамической подъемной силы используются вертолетные воздушные винты) плюс «планостат» (безбалластный гибридный ЛА укороченного взлета и посадки, у которого для создания аэродинамической подъемной силы используется корпус ЛА или крыло, либо их комбинация в сочетании с винтами) [1-3].

«Корни» появления торокоптера кроются в недостатках «вертостата» и «планостата»: первый аппарат не обеспечивает горизонтального перемещения, а второй требует усложненной формы баллона.

Однороторные торокоптеры (легковоздушные ЛА) могут занять характерную нишу в области малых, недорогих, безопасных и простых в обращении машин для развлекательных целей и перевозок малых грузов.

Однако конструкция тороидального баллона с подвесной гондолой дает, с увеличением его грузоподъемности, слишком большие размеры ЛА, что является проблемой всех легко-воздушных аппаратов.

При толщине баллона 2м высота ЛА соответствует кабине среднего самолета.

Это привело к идее создания фюзеляжного аппарата, к корпусу которого прикреплены роторы (два или четыре) и фигурные (возможно многокамерные) баллоны (рис. 1 - 3).

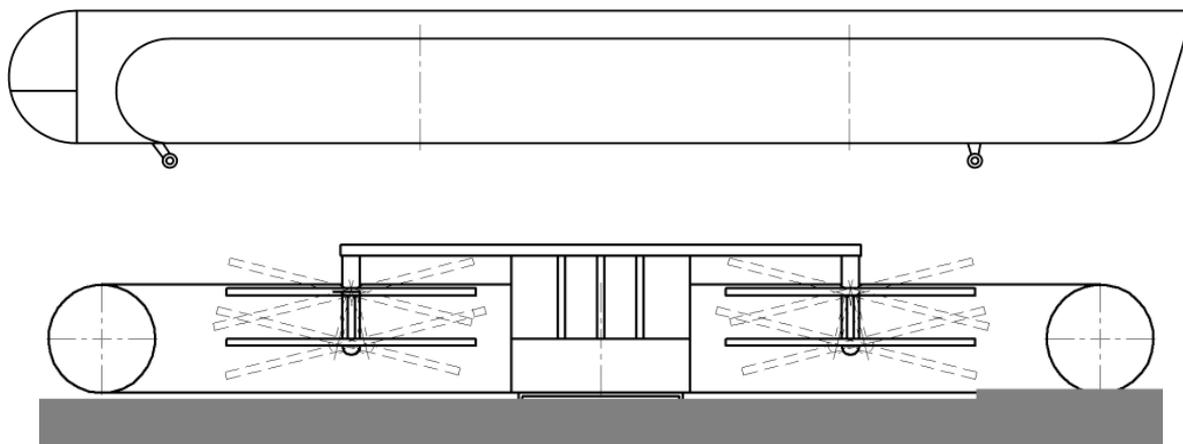


Рисунок 1 – Многороторный торокоптер, виды сбоку и спереди с местными разрезами

Такой аппарат будет иметь закрытый цельный фюзеляж, меньшую, чем дирижабль, высоту баллона. Загрузку аппарата можно проводить через задний откидной люк, боковые двери вне зоны баллона и (или) переднюю дверь.

Вариант дает предпосылки к рационализации сочетания вертолета и дирижабля и развитию крупногабаритных полукompенсированных дирижаблей.

Значительное повышение комфорта для экипажа и пассажиров, возможность улучшения авионики повысят его надежность и, вероятно, сделают возможным его ночные полеты. Улучшенная аэродинамика и полужесткая (жесткая) конструкция баллона увеличат скорость полета.

Именно многовинтовая конструкция еще более приблизит аппарат к вертолетам, сделав возможным такой маневр, как разворот на месте.

Увеличение размеров и массы ЛА может привести к применению автомата перекося для несущих винтов.

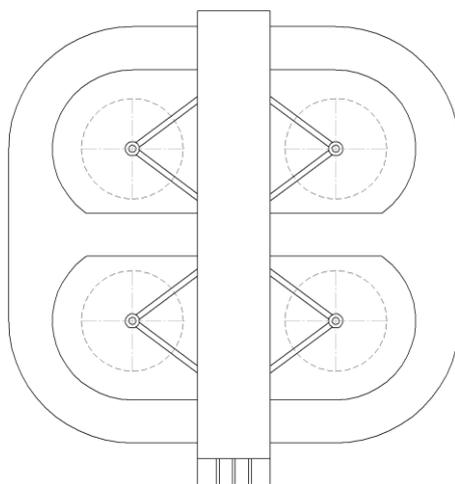


Рисунок 2 – Многороторный торокоптер, виды сверху (в плане)

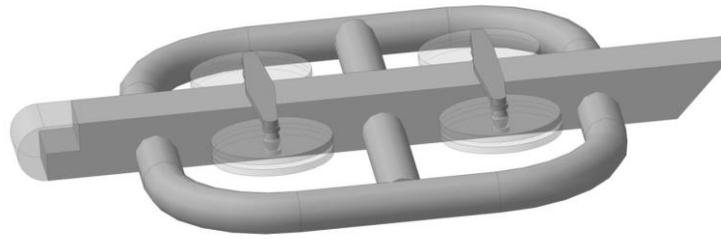


Рисунок 3 – Многороторный торокоптер: общий вид (3D-модель)

Для временного увеличения грузоподъемности может быть применена схема с внешней подвеской груза под фюзеляжем и установкой в фюзеляж дополнительного компенсирующего баллона.

Еще одним важным свойством аппарата становится возможность безопасной посадки баллонами на воду (амфибийность аппарата), а также возможность применения торокоптера как судна на воздушной подушке с полетом на малой высоте с большей, чем полетная, нагрузкой. Тогда он сможет применяться как спасательный аппарат. Такой режим станет для торокоптера особо экономичным.

Конкуренция в этой области весьма значительна. При сравнении, например, с амфибией СНВП 1200 «Нептун» [4,5], пассажироместимость которого – 23 чел., можно заметить, что максимальная высота преодолеваемого препятствия у аппарата на воздушной подушке (АВП) не более 0,7 м., скорость менее 100 км/ч., а длительное движение по суше вообще не предусмотрено.

Последнее свойство особенно выделяет торокоптеры над АВП тем, что первые могут подниматься на большие высоты за счет другого принципа полета.

Таким образом, торокоптер, особенно в многороторном его варианте исполнения, имеет следующие важные свойства:

- 1) отличается от дирижабля неполной компенсацией груза и меньшей относительной парусностью;
- 2) отличается от вертолата возможностью маневрирования в горизонтальной плоскости;
- 3) отличается от планостата возможностью вертикального взлета и посадки;
- 4) отличается от вертолета частичной аэростатической компенсацией груза и упрощенной конструкцией;
- 5) имеет в некоторых модификациях возможность посадки баллонами на воду;
- 6) имеет возможность передвижения в режиме «воздушной подушки» на малой высоте.

Вопросы с использованием легких газов при массовом производстве могут быть решены применением флегматизированного водорода.

Имеется преимущество предлагаемой концепции в компоновке. Отсутствие «мертвого груза» временно не используемых винтов, двигателей, и элементов управления потоком подтверждает обоснованность и продуманность конструкции.

Таким образом, новый ЛА может занять достойную нишу в грузо-пассажирских авиаперевозках и спасательных операциях в условиях крайнего севера, Сибири, ближних морей и полного бездорожья, а также при передвижениях вдоль крупных рек.

Список литературы

1. Летательный аппарат *ESTOLAS* – гибрид самолета, вертолета, дирижабля и судна на воздушной подушке // Доступно на: <http://www.dailytechinfo.org/auto/5371-letatelnyy-apparat-estolas-gibrid-samoleta-vertoleta-dirizhablya-i-sudna-na-vozdushnoy-podushke.html>.
2. AirScooter, AirScooter II single seat ultralight helicopter // Доступно на: <http://www.sportaviationmagazine.com> ; <http://salda.ws/video.php?id=V8zqG4LRnrE>.

3. İŞTE TRAFİK ÇİLESİNİ BİTİRECEK ARAÇ.. – Доступно на: <http://www.chatcity.cc/forum/topic.asp?id=14899>.

4. Судно (катер) на воздушной подушке Нептун 23. Доступно на: <http://snvpru.all.biz/sudno-kater-na-vozdushnoj-podushke-neptun-23-g2743890>.

5. Пантера (проект Нептун 23). Доступно на: <http://activeplanet.ru/content/doc117.html>.

УДК 656.1

ОТ УРБАНИЗАЦИИ К УМНОМУ ТРАНСПОРТУ

Бартов Павел Сергеевич – Магистр Наук от Миланского Политехнического Университета, Милан, Италия; Магистр Архитектуры от УГАХУ Екатеринбург, Россия, Архитектор в компании B-GROUP, Екатеринбург, Милан

Аннотация. Цель данной статьи – определить, в каком ключе должна развиваться транспортная инфраструктура при текущих тенденциях урбанизации общества. Автор рассматривает феномен «умного» транспорта (англ. *smart mobility*) в качестве разумного компромисса между «общественным» и «личным», раскрывает потенциал «умного» транспорта через его физическое и виртуальное улучшение.

Ключевые слова: урбанизация, умный транспорт, умный город, транспорт, виртуальная реальность, глобализация, урбанизм.

FROM URBANIZATION TO SMART MOBILITY

Bartov Pavel S. – Ural State University of Architecture and Art in Ekaterinburg, Russia

Abstract. The article aims to define in which direction the city transport infrastructure has to be developed under the current tendency of urbanization. The article considers phenomenon of the smart mobility as a balance between “public” and “private”, unleashing this way its potentiality through the physical and a virtual improvement.

Keywords: urbanization, smart mobility, smart city, transport, virtual reality, globalization, urbanizm.

21 век – эпоха глобальной урбанизации. Все больше людей переезжает жить в города, все больше людей передвигаются по городу, все больше грузов необходимо доставить вовремя. И, поскольку, все это оказывает огромное влияние на окружающую среду, экономику и качество жизни, городская мобильность становится ключевым аспектом развития всего города [1,2].

Говоря об имеющейся (или очевидной) урбанистической тенденции, зададимся вопросом: в каком именно направлении должен развиваться город?

Существует два возможных варианта: город будет разрастаться, осваивая новые территории и давая тем самым жителям возможность найти свое место в городском пространстве, или же город будет становиться «умнее», адаптируя городскую реальность к потребностям жителей.

Что мы понимаем под выражением «Умный город» (англ. *Smart city*)?

Различные авторы описывают «умный город» как «технологически прогрессивный город» (англ. *technologically progressive city*) [3,4], «предпринимательский город» (англ. *entrepreneurial city*) [5] и даже «креативный город» (англ. *creative city*) [6]. Констатируя отсутствие единого определения понятия «умный город», тем не менее, можно признать, что в кон-

тексте транспорта «умный» город предполагает эффективное использование городской инфраструктуры, ее устойчивое развитие, а также минимизацию затраченных на это ресурсов.

Стоит заметить, что город уже начал становиться «умнее». Так, на графике VMT для США (рис. 1) продемонстрировано, как до 2006 года тенденция использования личного транспорта непрерывно росла, что нельзя сказать о периоде после 2006 года, когда рост остановился.

С чем же связан тот факт, что люди стали проводить меньше времени в личных автомобилях?

Стиль современной жизни ассоциируется с короткими передвижениями, ездой на велосипеде и транзитом. Такие факторы, как телекоммуникация, онлайн магазины и концепции краткосрочной аренды автомобиля (англ. *carsharing*), также потенциально снижают поездки на личном транспорте. Другими словами, принципиально меняется восприятие горожанами системы транспорта. Все больше людей, а не только писателей-фантастов, рассуждают на тему *города без личного транспорта*.

Очевидно, что отсутствие личного транспорта на городских дорогах автоматически решает проблему пробок, их негативного влияния на окружающую среду, а также помогает решить вопрос эффективности общественного транспорта.

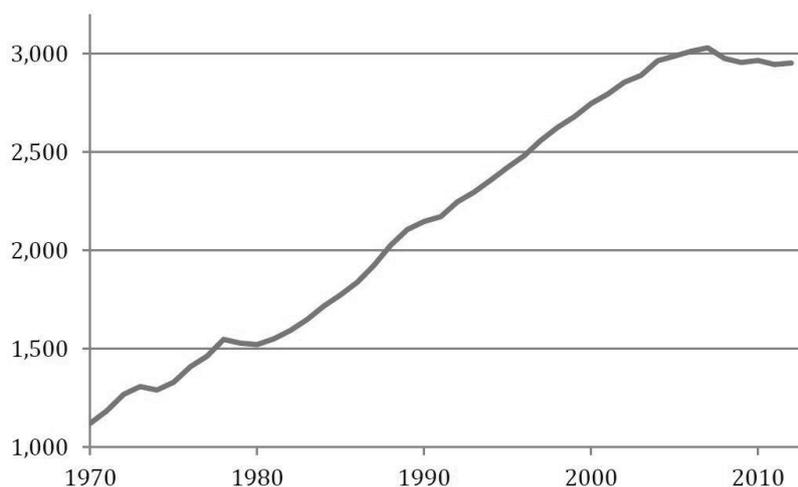


Рисунок 1 – Годовой VMT (количество используемых миль от автомобилей) в США (в миллиардах)

Согласно последним исследованиям Агентства по Окружающей среде и Энергетике во Франции (англ. *French Environment and Energy Management Agency*), автобусы и трамваи гораздо эффективнее, чем автомобили и, более того, потребляют в 3-5 раз меньше относительной энергии с пассажира [7]. Это может быть интерпретировано как новая константа: насколько бы экологически чистым не был современный автомобиль, он, тем не менее, потребляет в 3 раза больше энергии и производит в 3 раза больше выбросов CO₂, по сравнению с общественным транспортом (рис. 2).

В этом контексте весьма убедительным представляется мнение американского урбаниста Джарета Уокера: «Когда вы видите кого-нибудь на автобусной остановке, существуют два варианта, как вы на это отреагируете: вы подумаете, что это небогатый человек, который вынужден пользоваться автобусом, или это пионер нашей будущей транзитной системы» [8].

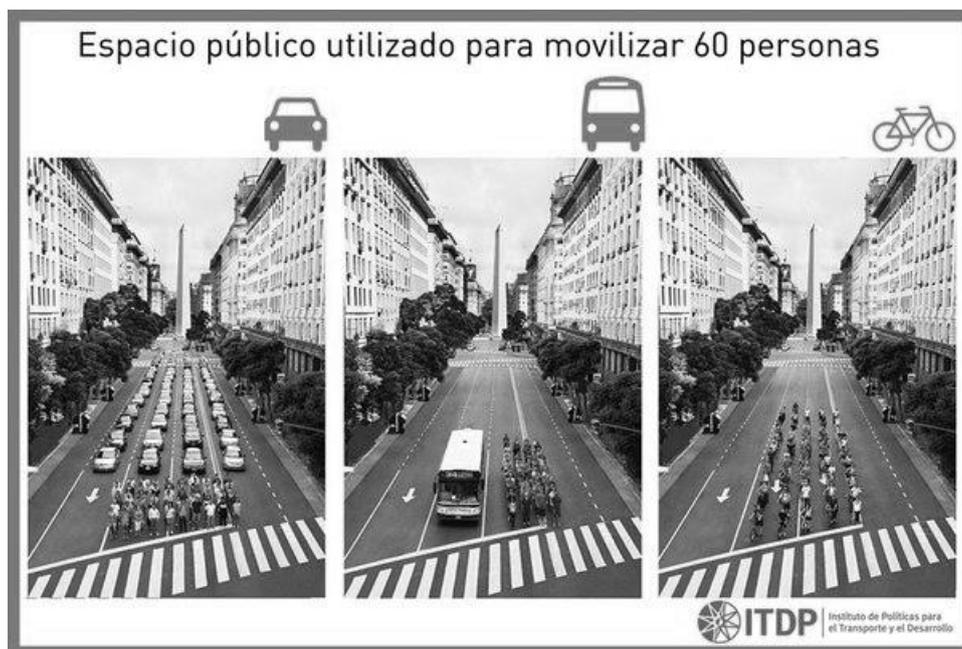


Рисунок 2 – Количество используемого места на 60 человек для автомобиля, автобуса и велосипеда

Очевидно, что все мы хотели бы жить в комфортной среде с хорошей экологией, но **так ли для этого необходимо, чтобы город был свободен от личного транспорта?**

Вукан Вучик, американский урбанист, в своей книге «Транспорт в городах, удобных для жизни» (англ. *Transportation for Livable Cities*) критикует две кардинально разные концепции – город, свободный от автомобилей (англ. *city car free*) и город, где каждый житель имеет личный автомобиль (англ. *transport self-service*) [9]. Данный эксперт считает, что использование исключительно общественного транспорта и создание «car free city» настолько же плохо, как если бы у каждого человека был свой автомобиль. По его мнению, современные городские пространства без личного транспорта – это утопия. Автор верит, что личный автомобиль, с его уникальными способностями предоставлять персональную мобильность – это фундаментальный элемент современной цивилизации. Возможности личного транспорта открывают огромные преимущества и являются неотъемлемым элементом в современных стандартах бытия. С другой стороны, город, полностью зависящий от автомобилей, становится нефункциональным, неэффективным и абсолютно неудобным для комфортного проживания и передвижения людей (рис. 3).

Очевидно, что в данном вопросе необходима «золотая середина». В качестве локального примера такого компромисса, Мария Шашинская – автор книги «Умные города Европы» (англ. *Smart cities in Europe*) предлагает использование вышеупомянутой концепции carsharing в качестве личного и одновременно общественного транспорта [10].

Как и Вукан Вучик, Мария Шашинская утверждает, что городская транспортная система должна становиться «умной», вариативной и реагировать на запросы жителей. Только в этом случае возможно устойчивое развитие транспорта, а, следовательно, и города в целом.

Что такое «умная» транспортная инфраструктура?

«Умный» транспорт (англ. *smart mobility*) – одна из составляющих «умного» города (англ. *smart city*). Согласно Шашинской, «умный» транспорт – это совокупность трех основных компонентов:

- *социальный аспект* (когда все резиденты и гости города, независимо от социального статуса, возраста, пола и физического здоровья имеют возможность передвигаться по городу);

- *благоприятная окружающая среда* (снижение воздушного и звукового загрязнения, а также минимизация транспортных потоков);
- *экономическое содействие* (улучшенная логистика, развитие транспортных агентств).



Рисунок 3 – Фантазия на тему «Город, в котором у каждого есть автомобиль»

Транспортная система, которая стремится называться «умной», состоит из двух слоев: *физическая инфраструктура* и *виртуальный «онлайн сервис»*.

Никос Комнинос, профессор Университета Аристотеля (Греция), в своих исследованиях интеллектуальных городов также предложил разделить городское пространство на два слоя: реальная инфраструктура, представляющая из себя текущую городскую застройку, и виртуальный слой, который выражается в потенциале людей использовать базы данных [5].

В контексте транспорта, виртуальный слой должен основываться на системах ИСТ (информационные технологии) и сбора данных. Это выражается в различных приложениях для смартфонов, онлайн картах и прочем. Подобные виртуальные платформы создаются с целью сделать систему общественного транспорта более эффективной.

При этом нельзя забывать, что не все жители города могут или хотят использовать мобильные приложения, не у всех есть смартфоны. Поэтому подобный подход должен быть воплощен в различных альтернативных образах, например, смс уведомления, информация в реальном времени, отображающаяся на дисплеях на автобусных остановках и так далее. Таким образом, несмотря на то, что ИСТ системы играют большую роль в создании «умного» транспорта, это всего лишь один из его компонентов. И каким бы инновационным ни был транспорт, если он не эффективен, то он не может называться «умным».

Как же можно оценить эффективность транспорта?

Говоря об оценочной шкале транспортной эффективности, Джаред Уокер в своей книге «Human Transit» пишет о «Семи Требованиях Удобного Сервиса» (англ. *The Seven Demands of Useful Service*) [11].

7 требований Д.Уокера к транзиту:

- *он доставляет меня, куда я хочу;*
- *он доставляет меня, когда я хочу;*
- *это хорошее использование моих денег;*

- это хорошее использование моего **времени**;
- он удовлетворяет меня с точки зрения **безопасности и комфорта**;
- я могу ему **доверять**;
- он дает мне **свободу** изменить мои планы.

Следуя данным запросам, можно понять, какие изменения нужно вносить в современную транспортную систему, начиная от расположения «автобусных остановок», частоты движения, и заканчивая изменением политики оплаты за проезд и прочее.

Смогут ли высокоэффективный городской транзит совместно с виртуальной платформой создать «умный» транспорт для «умного» города? Поскольку, как было сказано выше, сегодня нет единого определения понятия «умный город», этот вопрос можно проверить только эмпирическим путем. Но хочется верить, что грамотно созданный виртуальный слой для транспортной инфраструктуры, вкупе с прагматичным решением транспортных проблем по методу Уокера, смогут приблизить городской транзит к «умному» состоянию. К состоянию, когда, даже имея возможность воспользоваться личным автомобилем, горожанин будет выбирать общественный транспорт, ввиду его неоспоримой эффективности.

Список литературы

1. Григорьев О.А., Филипченко С.А., Хахин И.С., Яшин А.И. Инновационные мышление в подходах к оценке и анализу транспортного комплекса. Издательство: Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I (Санкт-Петербург) eISSN: 2413-2527 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://elibrary.ru/download/98619515.pdf>.
2. Станислав И. Sustainable urban freight transport management – the challenge for municipalities. Издательство: Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I (Санкт-Петербург) eISSN: 2313-7002 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://elibrary.ru/download/27823617.htm>.
3. Фиоретти, М. (2011) «Open Data: Emerging trends, issues and best practices», *Laboratory of Economics and Management of Scuola Superiore Sant' Anna*, Пиза.
4. Скаффферс Х. и Комнинос Н. (2011) «Smart Cities and the Future Internet: Towards Cooperation Frameworks for Open Innovation», *The future Internet*, Спрингер-Верлаг. Берлин. С. 431-446.
5. Камнинос Н. (2002) *Intelligent Cities*. London: Spon press, Лондон.
6. Холландс Р.Г. (2008) Will the real smart city please stand up? Часть City, 12(3) [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/248930334_Will_the_Real_Smart_City_Please_Stand_Up.
7. Официальный веб сайт Агентства по Окружающей среде и Энергетике во Франции. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.ademe.fr/servlet/KBaseShow?sort=-1&cid=96&m=3&catid=17585>.
8. Интервью с Джарредом Уокером. Tucson Talks Transit with Jarrett Walker (July 11th, 2014). [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=CCdZWLnMOBA&t=2431s>.
9. Вучик В. Р. (1999) «Transportation for livable cities». 23-93 с.
10. Шашинская М. (2016) «Smart cities in Europe: Open Data in a smart Mobility context». 126 с.
11. Уокер Д. (2012) *Human Transit. How Clearer Thinking about Public Transit can Enrich our Communities and Our Lives*. 22-27 с.

К ВОПРОСУ О ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕГРУЗКИ ШТУЧНЫХ ГРУЗОВ ИЗ СКЛАДА В КОНТЕЙНЕР

Илесалиев Дауренбек Ихтиярович – кандидат технических наук, ассистент кафедры транспортной логистики и сервиса Ташкентского института инженеров железнодорожного транспорта, Республика Узбекистан

Аннотация. Груз необходимо доставить к конечному потребителю с теми параметрами, которые нужны рынку по принципу логистики. Транспорту отведена роль доставки нужных продуктов на рынок. Рассмотрены вопросы технологии перегрузки с позиции параметров тарно-штучных грузов.

Ключевые слова: тарно-штучный груз, контейнер, транспортная тара, конвейер, перегрузка.

THE ISSUE OF TECHNOLOGY TRANSSHIP PIECE GOODS OUT OF THE WAREHOUSE IN A CONTAINER

Ilesaliev Daurenbek I. – Asst. Professor, Tashkent Institute of Railway Transport Engineers, Republic of Uzbekistan

Abstract. The cargo must be delivered to the end user with the parameters that are needed on the principle of market logistics. Transport assigned the role of delivering the right products to the market. The questions from the perspective of technology transship parameters unitized cargo.

Keywords: unitized cargo, container, transport packaging, conveyor, transship.

Своевременность доставки грузов выдвигает новые требования к технологиям перегрузочных работ. Недооценка роли перегрузочных работ приводит к увеличению простоев транспортных средств [1-3]. Большинство тарно-штучных грузов целесообразно перевозить укрупнёнными транспортными партиями предварительно сформировав из мелких грузов в транспортные пакеты на поддонах или без них [4]. Однако наибольшим недостатком пакетных перевозок грузов считается меньшее количество пакетированных грузов на поддонах, помещающихся при загрузке их в транспортное средство.

С целью облегчения труда грузчиков при перегрузке груза к месту укладки штабеля следует использовать электропогрузчики, конвейеры, а также простейшие механизмы. Укладка каждого грузового места производится поярусно либо уступообразно. Уступообразное формирование штабеля рекомендуется, как на рисунке 1.

Вплотную к зоне *A* укладывается часть штабеля в зоне *B* ширина которой должна быть не менее 0,7 метров, а высота должна обеспечивать нормальную работу грузчиков. В зоне *C* из тарно-штучных грузов укладываются ступени шириной не менее 0,3 метра, а также высотой не менее 0,3 метра. По этим ступеням грузчики поднимаются на поверхность груза в зоне *B* и поярусно формируют вертикальный ряд в зоне *A*. В зависимости от рода тарно-штучного груза, вида тары, а также упаковки, допускается укладка штабеля другим способом.

Первый вертикальный ряд устанавливается вдоль торцевой стены – зона *A*. Технология перегрузки тарно-штучных грузов представлена на рисунке 2. Последовательно укладывается от боковой стены к другой вплотную друг к другу на высоту *H*, величина, которой приводится в таблице 1.

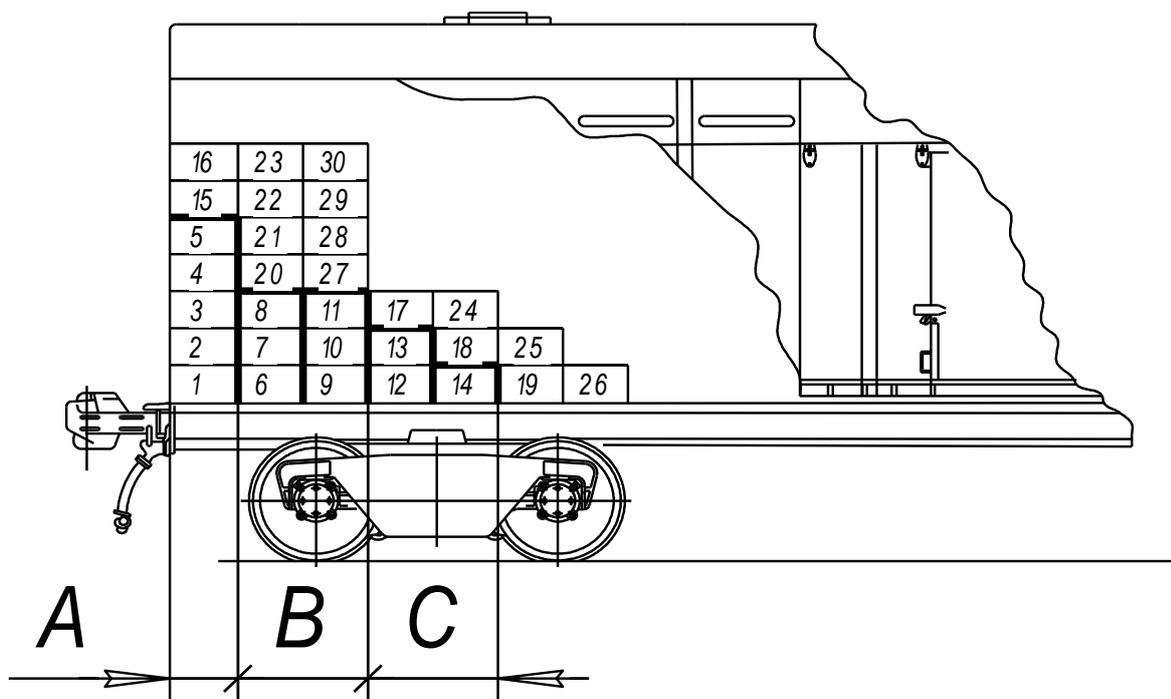


Рисунок 1 – Уступообразная укладка тарно-штучных грузов вручную

Таблица 1 – Высота уступообразной укладки штабеля

№	Масса тарно-штучного груза, кг	Высота укладки, м
1.	До 50	1,5-1,8
2.	От 50 до 80 (кроме грузов в мешках)	1,2
3.	грузы в мешках	1,5

Время перегрузки грузов в i -й контейнер

$$t = \frac{a \cdot b \cdot c \cdot \varphi \cdot t_{\text{укл}}}{3600 \cdot \alpha \cdot \beta \cdot \delta},$$

где a – внутренняя длина i -го контейнера, мм;

b – внутренняя ширина i -го контейнера, мм;

c – внутренняя высота i -го контейнера, мм;

φ – коэффициент заполнения объема контейнера;

$t_{\text{укл}}$ – среднее время укладки 1 коробки или ящик на конвейер, сек;

3600 – число секунд в одном часе;

α – длина груза, мм;

β – ширина груза, мм;

δ – высота груза, мм.

Зависимость времени перегрузки от объема тарно-штучных грузов представлена на рисунке 3.

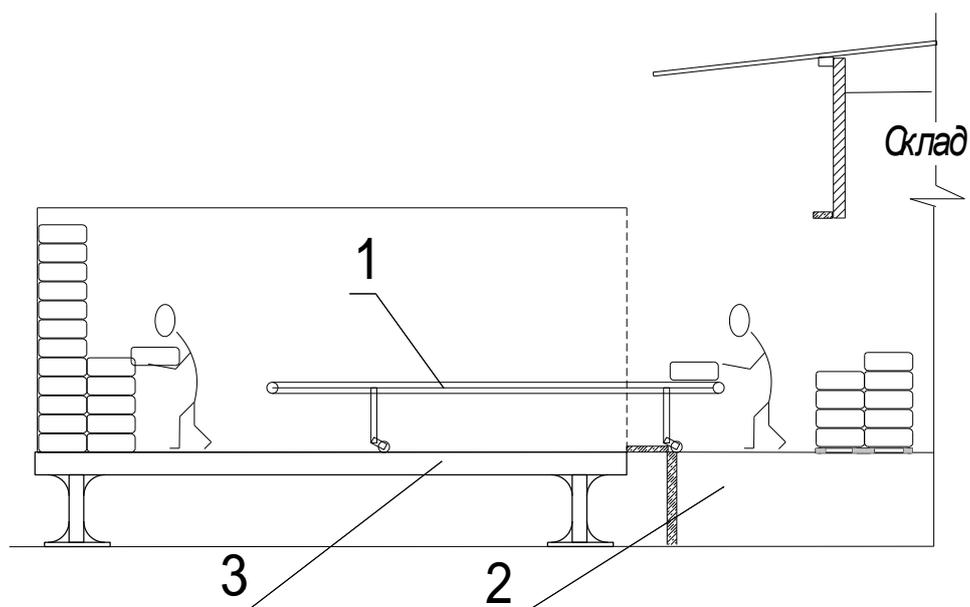


Рисунок 2 – Технология перегрузки тарно-штучных грузов:
 1 – передвижной конвейер, 2 – грузовая рама, 3 – опорная рама для контейнера

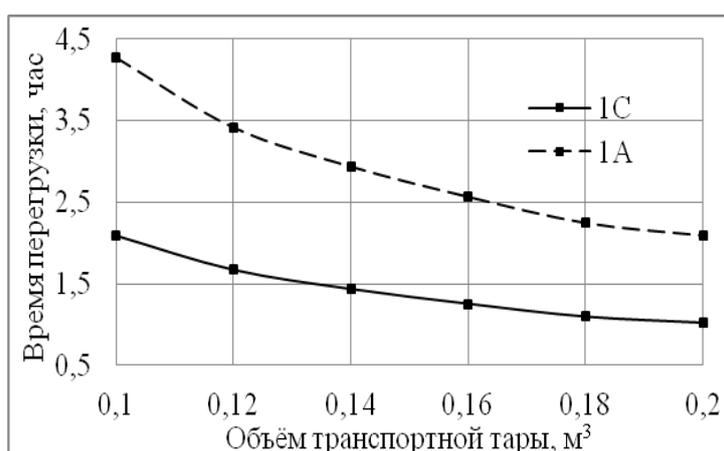


Рисунок 3 – Зависимость времени перегрузки на объём тарно-штучных грузов

На основании полученных результатов можно сделать следующие основные выводы:

- результаты рисунка 3 свидетельствуют о влиянии параметров груза на перегрузочные работы;

- перегрузка тарно-штучных грузов, как и их складирование, проводятся в основном поштучно вручную. Не совершенные способы перевозки в виде небольших грузовых единиц объёмом 0,1-0,15 м³ затрудняют механизацию погрузочно-разгрузочных работ. Доставка этих грузов в не укрупненном виде приводит к большим затратам времени.

Список литературы

1. Илесалиев Д.И., Коровяковский Е.К. Анализ существующих методов перегрузки тарно-штучных грузов на железнодорожном транспорте // Современные проблемы транспортного комплекса России. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова. 2015. Вып. 1 (6). С. 38-42.

2. Илесалиев Д.И. Выбор наиболее рациональной технологии перегрузки тарно-штучных грузов // Логистика: современные тенденции развития: материалы XV Междунар. науч.-прак. конф. 7, 8 апреля 2016 г. СПб.: ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова. 2016. Ч 2. С. 147-151.

3. Илесалиев Д.И. Определение оптимальных значений параметров погрузочно-разгрузочного участка тарно-штучных грузов // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2015. Вып. 3 (44). С. 55-63.

4. Маликов О.Б., Коровяковский Е.К., Илесалиев Д.И. Логистика пакетных перевозок штучных грузов // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2014. Вып. 4 (41). С. 51-57.

ВЛИЯНИЕ БЕЗОСТРЯКОВЫХ СТРЕЛОЧНЫХ ПЕРЕВОДОВ НА ЗАГРУЖЕННОСТЬ ОПЕРАТИВНОГО ПЕРСОНАЛА ПРОМЫШЛЕННЫХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЙ

Ковалев Константин Евгеньевич – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры управления эксплуатационной работой

Стародубцев Алексей Евгеньевич – аспирант кафедры строительства дорог транспортного комплекса

*ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I*

Аннотация. На промышленном железнодорожном транспорте постепенно внедряются усовершенствованные безостряковые стрелочные переводы, которые удовлетворяют требованиям безопасности движения поездов, исключая возможность схода подвижного состава. Статья содержит описание методики оценки загруженности оперативного персонала промышленных железнодорожных станций при использовании традиционных конструкций стрелочных переводов и внедрении безостряковых стрелочных переводов.

Ключевые слова: безостряковые стрелочные переводы, оперативный персонал станций.

INFLUENCE BEZOSTRYAKOVYH TURNOUTS ON TRAFFIC SAFETY AND CONGESTION OF THE OPERATIONAL STAFF OF INDUSTRIAL RAILWAY TRANSPORT

Kovalev Konstantin E. – PhD, Senior lecturer in management of operational work

*Starodubtsev Alexey E. – graduate student of construction of the road transport complex
Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University*

Abstract. On an industrial railway transport gradually introduced advanced bezostryakovye turnouts that meet the security requirements of train traffic, eliminating the possibility of a descent of the rolling stock. The article contains a description of the methodology for assessing the workload of operating personnel of industrial railway stations with traditional designs of turnouts and implementation bezostryakovyh turnouts.

Keywords: bezostryakovye turnouts, stations operating personnel.

Безостряковые стрелочные переводы применяются на промышленном железнодорожном транспорте. Недостатком конструкции безострякового стрелочного

перевода является наличие с одного из направлений разомкнутой колеи. Например, установление маршрута для подвижного состава на разомкнутое направление приведет к нестандартной ситуации в связи с ошибочными действиями оперативного персонала станции.

Безостряжковые стрелочные переводы имели широкое распространение на промышленном транспорте России и Европы, но не соответствовали условиям безопасности движения. Остряжковые стрелочные переводы, не имели указанного недостатка, поэтому им было отдано преимущество. Требования безопасности движения являются определяющими при решении вопросов целесообразности внедрения новых технических решений и устройств. Задачу обеспечения безопасности при использовании безостряжкового стрелочного перевода позволяет решить автоматическое устройство для предотвращения сходов с рельсов подвижного состава.

Срок службы безостряжковых стрелочных переводов, в несколько раз превышает срок службы стрелочных переводов традиционных конструкций [1]. Применение безостряжковых стрелочных переводов при соблюдении требований безопасности позволяет снизить загруженность оперативного персонала промышленных железнодорожных станций в связи с отсутствием необходимости выполнения действий связанных с ремонтом и заменой неисправных стрелочных переводов, определением причин неисправности, устранением задержек технологического процесса работы промышленных железнодорожных станций.

Оперативный персонал промышленных железнодорожных станций выполняет набор повторяющихся в течение смены функций управления [2]. В их состав входит «выдача разрешений и контроль выполнения работ по техническому обслуживанию, ремонтам и восстановлению технических средств». Для алгоритмического описания [3,4] содержания труда оперативного персонала промышленных станций использован модифицированный язык логической структуры алгоритмов (ЛСА). Учитывая особенности содержания функций оперативного персонала промышленных станций, предлагается использовать следующий набор операторов и логических условий алгоритмов: D – переговоры; S – считывание информации; R – фиксирование информации; E – вспоминание информации; C – счет и сравнение информации; A – принятие решения; B – условный логический переход к блоку (B); W – управляющие воздействия.

Алгоритм функции «выдача разрешений и контроль выполнения работ по техническому обслуживанию, ремонтам и восстановлению технических средств» (F), с использованием языка ЛСА, выглядит следующим образом:

$$F=S_{01}C_{01}R_{01}D_{01}C_{02}R_{02}D_{02}D_{03}D_{04}W_{01}P_{01}B_{01}D_{05}D_{06}(B_{01}D_{07})R_{03}$$

S₀₁ – получение информации о неисправности (проведении работ);

C₀₁ – анализ выявленной неисправности (проведении работ);

R₀₁ – запись информации в журнал;

D₀₁ – передача информации о неисправности (проведении работ) всем причастным работникам;

C₀₂ – анализ организации движения при наличии неисправности (проведении работ);

R₀₂ – фиксация времени явки работников для производства работ;

D₀₂ – переговоры с работниками перед проведением ремонтных работ;

D₀₃ – согласование времени проведения работ;

D₀₄ – получение информации о восстановлении нормальной работы устройства;

W₀₁ – проверка исправности устройства;

P₀₁ – устройство работает не исправно;

B₀₁ – устройство работает исправно;

D₀₅ – передача информации о работа устройства с замечаниями причастным работникам;

D₀₆ – переговоры о возможности продолжения ремонтных работ;

(B₀₁D₀₇) – доклад об устранении неисправности и ее причинах;

R₀₃ – прочтение в журнале записи работников, устранивших неисправность, и подтверждение ее личной подписью.

Установлено, что в алгоритме имеется четырнадцать операторов и одно логическое условие. Количество выдаваемых разрешений на выполнения работ по техническому обслуживанию, ремонтам и восстановлению технических средств определяется статистически на основании записей сделанных в соответствующих журналах [5,6,7].

Затраты времени на выполнение функции определяется выражением:

$$t = \sum_{i=1}^m t_{oi} + \sum_{j=1}^n t_{oj} q_j + \sum_{k=1}^n t_{ok} (1 - q_j),$$

где t_{oi} – затраты времени на безусловное выполнение i -го блока операторов алгоритма;
 m – количество безусловно выполняемых блоков операторов в алгоритме r -й функции управления;

t_{oj} – затраты времени на выполнение j -го блока операторов при условии q_j в алгоритме r -й функции управления;

n – количества j -х и k -х блоков операторов в алгоритме r -й функции управления;

t_{ok} – затраты времени на выполнение k -го блока операторов при условии $1 - q_j$ в алгоритме r -й функции управления;

v – наблюдение затрат времени на выполнение каждого оператора алгоритма r -й функции управления.

Алгоритм указанной функции при использовании остряковых и безостряковых стрелочных переводов не изменяется. Затраты времени на выполнение функции «выдача разрешений и контроль выполнения работ по техническому обслуживанию, ремонтам и восстановлению технических средств» составляют 4,8 мин.

На основании статистических данных установлено, что количество повторений указанной функции при использовании традиционных конструкций стрелочных переводов составляет восемь раз за сутки, а при использовании безостряковых стрелочных переводов составляет семь раз за сутки.

Затраты времени на выполнение каждой функции определяется по формуле:

$$T_F = t * n,$$

где t – затраты времени на выполнение функции;

n – количество повторений функции за смену.

Наблюдения проводились в течении шести месяцев, соответственно затраты на выполнение функции за шесть месяцев составляет 1456 мин, а при использовании безостряковых стрелочных переводов 1274 мин, что позволяет снизить загруженность оперативного персонала на выполнение указанной функции на промышленных железнодорожных станциях на 12,5%. Применение усовершенствованных безостряковых стрелочных переводов, позволяет увеличить срок службы стрелочных переводов, а так же снизить загруженность оперативного персонала промышленных железнодорожных станций.

Список литературы

1. Говоров В.В., Басовский Д.А. Совершенствование стрелочных переводов для промышленного железнодорожного транспорта. – Вестник ВНИИЖТ. 2011. № 4. С. 29-32.

2. Ковалев К.Е. Влияние нестандартных ситуаций на загруженность дежурных по станции // Вестник транспорта Поволжья. 2015. №1 (49). С. 58-64.

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

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

5. Кокурин И.М., Ковалев К.Е. Распределение зон и функций управления на технических станциях методом алгоритмического описания функций оперативного персонала // Вестник транспорта Поволжья. 2014. № 4 (46). С. 97-104.

6. Катцын Д.В., Кокурин И.М., Ковалев К.Е. Распределение зон управления и функций оперативного персонала // Мир транспорта. 2014. 3 (52). С. 210-219.

7. Кокурин И.М., Ковалев К.Е. Выбор варианта распределения функций и зон управления между оперативным персоналом технических станций на основе оценки по разнонаправленным критериям // Вестник транспорта Поволжья. 2015. № 2 (50). С. 55-64.

УДК 656.076.152

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ОПТИМИЗАЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЛОКОМОТИВНОГО ПАРКА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПУТЕВЫХ РАБОТ

Костенко Владимир Васильевич – кандидат технических наук, доцент кафедры железнодорожных станций и узлов

Хомич Дмитрий Иванович – ассистент кафедры железнодорожных станций и узлов

ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I

Тимченко Вячеслав Сергеевич – научный сотрудник лаборатории проблем организации транспортных систем ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук

Аннотация. Рассмотрена программная реализация автоматизированного распределения парка локомотивов для хозяйственных нужд, которая учитывает технические и технологические особенности на всех этапах подготовки и проведения ремонтных работ.

Ключевые слова: распределение парка локомотивов, содержание инфраструктуры, ремонтные работы, комплекс путевых машин, транспортировка путевых машин, техническая характеристика локомотивов.

THE DISTRIBUTION OPTIMIZATION PROGRAM DEVELOPMENT OF THE LOCOMOTIVE PARK IN TRAVELLING WORKS PRODUCTION CASE

Kostenko Vladimir V. – PhD in Engineering, Associate Professor, Department of Railway Stations and Junctions

Khomich Dmitriy I. – Assistant, Department of Railway Stations and Junctions

Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University

Timchenko Vyacheslav S. – Researcher, Laboratory of Development of Transport Systems and Technologies, Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences

Abstract. Program realization of the locomotives park automated distribution for economic needs which considers technical and technological features at all stages of preparation and carrying out repair work is considered.

Keywords: distribution of the park of locomotives, maintenance of infrastructure, repair work, complex of traveling cars, transportation of traveling cars, technical characteristic of locomotives.

Выполнение ремонтов и модернизации железнодорожного пути при существенном дефиците тягового подвижного состава требует эффективного распределения локомотивного парка в соответствии с техническими характеристиками и технологическими особенностями, связанными с работой в хозяйственном движении. Решить эту задачу позволяет минимизация количества привлекаемых мощных грузовых магистральных локомотивов за счет использования вывозных, пассажирских и маневровых локомотивов с учетом их фактического наличия.

Одна из проблем в хозяйственном движении при проведении «окон» большой продолжительности [1,2] состоит в необходимости распределения парка локомотивов на всех этапах, т. е. при транспортировке материалов и путевых машин, формировании хозяйственных поездов, работе в «окно».

Каждый из этапов отличается техническими и технологическими особенностями, что требует привлечения локомотивов разной мощности с одним и тем же типом путевых машин.

На практике при составлении заявки на выделение локомотивов рассматривается всего один этап путевых работ на ближайшие сутки. Информация о высвобождении локомотивов в течение текущих суток не обрабатывается, что приводит к низкой загруженности локомотивного парка из-за невозможности оперативного перенаправления на другие виды работ. Такой подход к планированию вызывает высокую потребность в локомотивах — до 120 ед./сутки (данные соответствуют полигону Октябрьской железной дороги) при их непосредственной занятости 6,2–7,0 ч/сутки [3].

На основании методики, разработанной авторами [4], создан базовый алгоритм компьютерной программы, которая позволяет автоматизировать расчеты, и дает локомотивным диспетчерам инструмент для рационального распределения локомотивов в хозяйственном движении.

Программа построена в универсальной имитационной среде AnyLogic [5], которая дает возможность создавать имитационные модели различного уровня сложности с помощью встроенных библиотек, не требуя от разработчиков навыков программирования. Вид окна ввода данных показан на рис. 1.

Программа рассчитывает потребность в локомотивном парке, учитывающем пять типов локомотивов: маневровые тепловозы, пассажирские тепловозы или электровозы, вывозные тепловозы, грузовые тепловозы, грузовые электровозы.

В программе реализована привязка локомотивного парка к путевым машинам для их транспортировки и работы в соответствии с технологическими особенностями каждого этапа. В основу программы положен принцип пошаговой минимизации количества наиболее мощных типов локомотивов с учетом их фактического наличия на станциях дислокации.

К основным критериям, определяющим выбор типа локомотива, относятся: масса состава, дальность транспортировки, количество осей в хозяйственном поезде, особенности работы путевых машин, возможность транспортировки техники в одном поезде.

Потребность в локомотивах при транспортировке и формировании хозяйственных поездов и комплексов путевых машин (КПМ) существенно отличается. Это требует отдельного расчета потребности в локомотивах при производстве маневровых операций на станциях формирования хозяйственных поездов.

Модель распределения локомотивов

1 экран | 2 экран | 3 экран

Электровозная тяга
Тепловозная тяга

Запустить

Расстояние транспортировки
всей техники одинаковое

0.0

	Количество составов	Масса поезда	Дальность транспортировки	В наличии	
ВПО3000	<input type="range" value="0"/>	93	<input type="text" value="0.0"/>	<input type="text" value="4"/>	Маневровый_локомотив
ВПО3-3000	<input type="range" value="1"/>	93	<input type="text" value="500"/>	<input type="text" value="2"/>	Пассажирский_локомотив
ЭЛБ-1	<input type="range" value="0"/>	140	<input type="text" value="0.0"/>	<input type="text" value="2"/>	Вывозной_локомотив_2м62
ЭЛБ-3	<input type="range" value="1"/>	140	<input type="text" value="0.0"/>		
ЭЛБ-4 (ЭЛБ-3МК)	<input type="range" value="1"/>	140	<input type="text" value="700"/>	<input type="text" value="1"/>	Количество КПМ
Длинномерный состав	<input type="text" value="1"/>	1100	<input type="text" value="1600"/>		
ХДВ до 5 вагонов	<input type="text" value="0"/>	450	<input type="text" value="0.0"/>	<input type="text" value="199"/>	
ХДВ более 5 вагонов	<input type="text" value="1"/>	950	<input type="text" value="1700"/>	<input type="text" value="200"/>	
Думкарная вертушка до 5 вагонов	<input type="text" value="0"/>	450	<input type="text" value="0.0"/>	<input type="text" value="100"/>	
Думкарная вертушка более 5 вагонов	<input type="text" value="0"/>	950	<input type="text" value="0.0"/>	<input type="text" value="100"/>	
МКТ	<input type="range" value="0"/>	100	<input type="text" value="0.0"/>	<input type="text" value="100"/>	

Количество осей в составе поезда

199 200 200

Рисунок 1 – Вид окна ввода данных

На основе статистических данных определены потребности в маневровых локомотивах для наиболее характерных ситуаций формирования КПМ:

- при формировании 1–3 КПМ необходимо 1–2 локомотива;
- при формировании 3–5 КПМ – 2–3 локомотива;
- при формировании более 5 КПМ – 4 локомотива.

Чтобы рассчитать нужный парк локомотивов, в диалоговом окне (рис. 2) следует ввести такие данные:

- количество имеющихся локомотивов по соответствующим типам с мест отправления хозяйственных поездов;
- количество и наименование путевых машин или их комплексов;
- дальность транспортировки;
- массу и количество осей для хозяйственных поездов, связанных с доставкой материалов.

Как видно из рисунка 2, программа рассчитывает потребность по каждому типу локомотивов, а также их количество, которое можно отправить со станций назначения сразу после прибытия, и количество, которое требуется подослать для выполнения технологических операций.

В рассматриваемом примере для транспортировки необходимо иметь в наличии 2 грузовых и 2 пассажирских локомотива, при производстве маневров перед «окном» – 2 маневровых локомотива, а в период работ – 4 вывозных локомотива для работы с машинами ВПО, ЭЛБ, ХДВ, выгрузка длинномера, и 1 маневровый локомотив для выгрузки длинномеров. Такая потребность обусловлена вышеизложенными факторами. Например, для транспортировки машины ВПО массой 93 т на расстояние 500 км достаточно пассажирского локомотива. Но при работе с ней возникает необходимость в более мощном локомотиве, так как увеличивается потребность в тяговой силе за счет рабочих органов машины. Корректировка позволяет пересмотреть имеющиеся локомотивы на следующем этапе и в случае избытка ло-

комотивов отправить их в депо, а при дефиците подослать недостающие тяговые средства к месту проведения ремонтных работ.

	Требуемое количество локомотивов			Продолжительность транспортировки техники		
	Требуется для транспортировки	В наличии	После корректировки	Требуется для отправки хоз поездов на перегон	Можно отправить со станции	Требуется подослать на станцию
Маневровый локомотив	0	4	0	1	1	0
Пассажирский локомотив	2	2	2		2	
Вывозной локомотив 2М62	0	2	0	2	0	2
Грузовой электровоз	0		0		0	
Грузовой тепловоз	2		2	2	0	
		Требуется для маневров (2М62)		Требуется подослать для маневров (2М62)		
		2		2		

Рисунок 2 – Вид экрана распределения локомотивов в хозяйственном движении

Рассмотрим пример расчета потребного количества локомотивов для транспортировки техники, представленной в табл. 1.

Таблица 1 – Техника, транспортируемая на перегон

Тип машины или хозяйственного поезда	Масса, т	Дальность транспортировки, км
Машина ВПОЗ-3000	93	500
ЭЛБ-4	140	700
Длинномерный состав	1100	1600
Хопердозаторный состав	950	1700

Программа обеспечивает автоматизированный выбор типа локомотива на основании многокритериальной задачи, которую в настоящий момент локомотивным диспетчерам приходится решать в оперативной обстановке в условиях недостатка информации и ограниченного времени. В частности, ежесуточное рассмотрение заявки на выделение локомотивов для хозяйственных нужд в период массовых путевых работ требует от диспетчера до 7 % рабочего времени, а в условиях оперативного изменения плана – до 10–12 %.

Список литературы

1. Тимченко В.С., Хомич Д.И. Определение оптимальной продолжительности «окна» при модернизации и ремонтах железнодорожного пути // Инновационные процессы в условиях глобализации мировой экономики: проблемы, тенденции, перспективы (IPEG-2016) : сб. науч. тр. Прага. 2016. С. 224-27.

2. Тимченко В.С., Хомич Д.И. Определение оптимальной продолжительности «окна» на железнодорожных подходах к крупным транспортным узлам / Развитие инфраструктуры и

логистических технологий в транспортных системах: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Санкт-Петербург, 23–25 сентября 2015 г. СПб. : ПГУПС. 2016. С. 133-142.

3. Хомич Д.И. Определение потребности в тяговых ресурсах при проведении работ на объектах инфраструктуры железных дорог России // Транспорт Урала. 2014. № 3 (42). С. 49-52.

4. Хомич Д. И., Тимченко. В. С. Алгоритмизация процесса распределения локомотивов в хозяйственном движении // Транспорт Урала. 2016. № 1 (48). С. 57-60.

5. Борщев А. В. Как строить простые, красивые и полезные модели сложных систем / Имитационное моделирование. Теория и практика (ИММОД-2013): материалы VI Всерос. науч. практ. конф. Т. 1. Казань: Изд-во «ФЭН». 2013. С. 21-34.

УДК 629.439.015

УСТОЙЧИВОСТЬ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА В УСЛОВИЯХ СКОРОСТНОГО ДВИЖЕНИЯ

Жебанов Александр Владимирович – старший преподаватель кафедры «Вагоны»

Корбан Валерий Васильевич – кандидат технических наук, доцент, кафедра «Вагоны»

Коркина Светлана Владимировна – кандидат технических наук, и.о. заведующего кафедрой, кафедра «Вагоны»

Паренюк Мария Анатольевна – доцент, кандидат технических наук, кафедра «Вагоны»

Щетина Кристина Юрьевна – студент кафедры «Вагоны»

ФГБОУ ВО Самарский государственный университет путей сообщения

Аннотация. Рассмотрена проблема обеспечения устойчивости движения подвижного состава. Рассмотрены причины схода вагонов, предложены мероприятия по их недопущению, предложена конструкция автоматического гашения колебаний тележек и вагонов в условиях высокоскоростного движения.

Ключевые слова: сход, подвижной состав, прогнозирование сходов, мероприятия, автоматизированный гаситель колебаний, устойчивость, боковые колебания.

THE STABILITY OF THE ROLLING STOCK IN THE CONDITIONS OF HIGH-SPEED TRAFFIC

Zhebanov Alexander V. – teacher, department of «Wagone»

Korban Valery V. – Ph.D. in Tech, assistant professor, department of «Wagone»

Korkina Svetlana V. – Ph.D. in Tech, head of department «Wagone»

Porenyuk Maria A. – Ph.D. in Tech, assistant professor department of «Wagone»

Schitina Kristina Y. – student, department of «Wagone»

Samara State Transport University

Abstract. Considers the problem of ensuring the stability of rolling stock movement. The causes of vanishing cars, proposed measures for their prevention, proposed the construction of an automatic clearing carts and wagons fluctuations in a high-speed traffic.

Keywords: the gathering, rolling stock, forecasting gatherings, events, automatic damper, stability, lateral vibrations.

В настоящее время на сети дорог участились случаи схода подвижного состава со всеми вытекающими отсюда последствиями. Анализ сходов подвижного состава указывает на многообразие причин, что требует тщательного изучения, классификации, прогнозирования возможностей их возникновения для дальнейшей разработки мероприятий по предотвращению сходов. Ниже приведена таблица по классификации причин сходов и мероприятий по их недопущению.

Таблица – Классификация причин схода, мероприятия по их устранению

№	Основные причины схода	Причины схода по ответственным узлам	Разработка методов исследования и мероприятия по устранению сходов
1	Неисправности вагонов	Износ колесных пар: остроконечный накат; увеличенный прокат; Изношенность пары пятник-подпятник. Увеличение люфтов из-за роста боковых зазоров. Износ скользунов. Трещины в пружинах, просадка пружин.	Контроль за соблюдением технологии ремонта вагонов, контроль размерных цепей в эксплуатации и ремонте. Математическое моделирование по устранению допустимых отклонений по зазорам, люфтам, износам.
2	Неисправности пути. Особенности геометрии пути	Распор и сдвиг колеи. Излом рельс. Изношенность скреплений. Негодность шпал. Интенсивный боковой износ рельс. Просадки, перекосы. Избыток возвышения рельсовой колеи кривых; отклонение по плану и профилю.	Контроль за соблюдением технологии ремонта пути. Математическое моделирование условий схода вагонов, контроль размерных цепей. Разработка методики контроля пути по прогнозированию возможности сходов с использованием компьютеризированного путеизмерительного вагона, измерение возвышения рельсовой колеи с целью установления избытка или дефицита возвышения и оптимизации возвышения при ремонте или переукладки пути.
3	Повышенные динамические нагрузки	Неправильные действия машиниста при торможениях. Сверхнормативное превышение горизонтальных боковых сил.	Моделирование условий схода по динамике торможения с использованием динамометрического и тормозоиспытательного компьютеризированных вагонов-лабораторий. Разработка методики испытаний. Разработка режимных карт ведения поезда и оптимального торможения.
4	Внешние условия. Особенности формирования состава	Неблагоприятные сочетания особенности пути, погодных условий, неисправностей подвижного состава и пути. Расположение порожних вагонов между группами груженых.	Моделирование условий сходов вагонов при сочетании неблагоприятных особенностей пути неисправностей подвижного состава, пути и неоптимального формирования состава. Разработка требований к формированию составов.

Особого внимания требует рассмотрение обеспечения устойчивости подвижного состава в условиях скоростного и высокоскоростного движения [1-3].

При использовании теории колебаний скорость является характерным критерием устойчивости движения колесной пары, тележки или экипажа. При низких скоростях движения экипаж асимптотически устойчив, а на повышенных скоростях его движение может стать неустойчивым [4]. При скоростях ниже критической в соответствии с линейной теорией ко-

лебаний возмущенное движение экипажа затухает до нуля, а при скорости движения выше критической амплитуды колебаний растут неограниченно.

Уравнения движения колесных пар включают скорость экипажа как параметр. Поэтому при нахождении параметров применительно к рельсовым экипажам удобно воспользоваться зависимостью амплитуды предельного цикла от скорости движения экипажа.

Если в системе имеется слабая нелинейность, то динамическое поведение системы может быть исследовано с помощью методов линейной теории колебаний [3,4].

Зависимость амплитуды боковых колебаний от скорости экипажа с жесткими колесными парами и колесными парами, упруго связанными с кузовом представлено на рисунке 1. Боковое перемещение колесной пары в пределах зазора около 5 мм. С увеличением скорости экипажа в системе устанавливается новый режим, характеризующийся периодическим набеганием гребней на боковые грани рельсов [4].

Линеаризованное однородное состояние дифференциальных уравнений движения колесной пары дает несимметричную матрицу жесткости. Это порождает неустойчивость вследствие наличия в системе неконсервативных сил. В случае виляния колесной пары источником неустойчивости являются силы проскальзывания, обуславливаемые изменением радиусов качения r из-за бокового перемещения колесной пары. Функция изменения радиусов качения описывается эффективной коничностью [4].

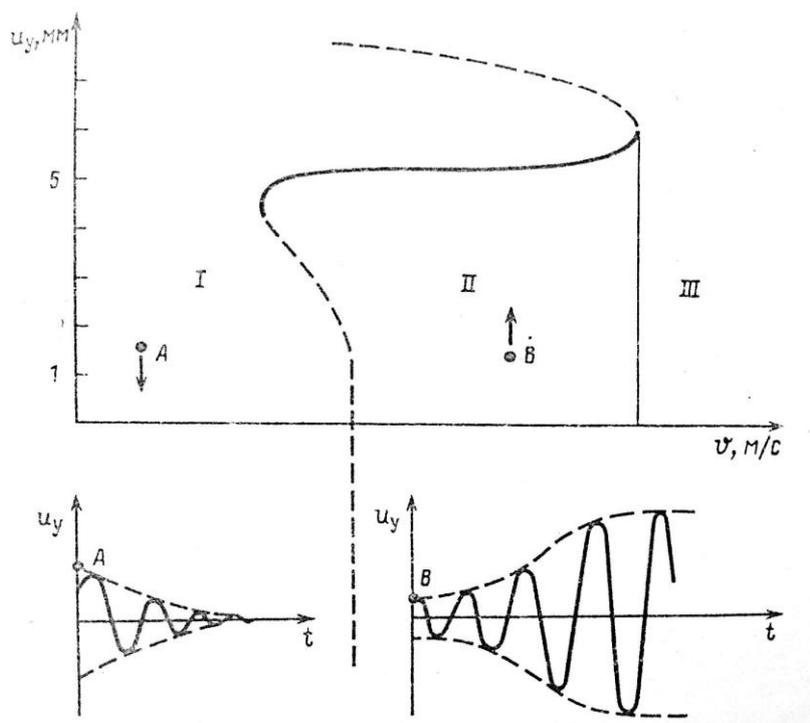


Рисунок 1 – Изменение амплитуд боковых колебаний u_y колесной пары от скорости движения. I – область устойчивости; II – область неустойчивости; III – область схода колеса с рельса

Для обеспечения устойчивости движения и безопасности предлагается использовать активные компоненты колесно-рельсовых систем [4,5].

Применение активных компонентов колесно-рельсовых систем (особенно для будущих систем высокоскоростных поездов) позволяет: улучшить качество езды; обеспечить устойчивость при движении на высоких скоростях; уменьшить изнашивание рабочих поверхностей системы колесо-рельс.

Одна из возможных конструкций активного гашения колебаний виляния предназначена для включения между кузовом и тележками и обеспечивает стационарный режим движения в кривой постоянного радиуса при минимальном поперечном воздействии на путь.

Система активного демпфирования состоит из трех главных компонентов: датчики; электронный регулятор; гидравлический исполнительный механизм (активный гаситель) [4,5].

Основываясь на показаниях датчиков, регулятор вычисляет сигнал, который электрогидравлический клапан в сочетании с исполнительным механизмом преобразует в силу. Эта сила передается одновременно раме тележки и кузову вагона и стабилизирует движение экипажа (рисунок 2).



Рисунок 2 – Структурная схема колесно-рельсовой системы с компьютеризированным активным исполнительным механизмом

Гидравлические исполнительные механизмы устанавливаются между вагоном и тележками, вызывая между ними силовое воздействие [4,5].

Эти устройства работают в весьма тяжелых эксплуатационных условиях, поэтому гидравлические механизмы должны удовлетворять ряду требований. В частности, устройства должны обеспечивать: пропорциональное изменение динамических сил в активной системе управления вплоть до 30 Гц; передачу усилий в механизме вплоть до 50 кН; высокую надежность и безопасность исполнительного механизма; установку исполнительных механизмов в ограниченном пространстве.

Сам гидравлический исполнительный механизм безопасен при аварии, так как в этом случае он переходит в режим работы обычного пассивного демпфера. Исполнительный механизм допускает изменение коэффициента затухания с тем, чтобы обеспечить устойчивый режим движения экипажа при максимальной скорости. Однако в этом случае выполнение других критериев (комфорт езды, изнашивание бандажей колесных пар) несколько осложняется.

Программы расчетов и предлагаемые мероприятия позволяют прогнозировать возможность схода на рассматриваемых участках, а также проводить мониторинг по участкам критическим в отношении сходов на основе статистики. Внедрение автоматического гашения колебаний тележек и кузова позволит обеспечить устойчивость при высокоскоростном движении.

Список литературы

1. Черкашин Ю.М., Костин Г.В. Определение продольных сил в поезде по условию обеспечения устойчивости движения вагонов. М.: Маршрут. 1992. 50-70 с.
2. Головин В.И. Исследование алгоритмов торможением поезда. Вестник ВНИИЖТа. № 3. 1981. 136-137 с.
3. Баранов Л.А., Ерофеев Е.В., Астрахан В.И. Система автоматического и телемеханического управления электроподвижным составом. М.: Транспорт. 1994. 311 с.

4. Мейнке П., Милкарик А. Конструирование тележек для высокоскоростного рельсового подвижного состава. Динамика высокоскоростного транспорта. М.: Транспорт. 1988. 215 с.

5. Болотин М.М., Новиков В.Е. Системы автоматизации производства и ремонта вагонов. Учебник для вузов ж.д. транспорта 2-е изд. перераб. и доп. М.: Маршрут. 2004. 310 с.

УДК 656.212.6.9

ГРАВИТАЦИОННЫЕ СТЕЛЛАЖИ - НАКОПИТЕЛИ ВАГОННЫХ КОЛЁСНЫХ ПАР

Бородулин Владимир Ильич – кандидат технических наук, доцент

Клименко Елена Николаевна – аспирант

Кажметьева Ольга Владимировна – студент

ФГБОУ ВО Самарский государственный университет путей сообщения

Аннотация. Представлены новые конструкции гравитационных стеллажей-накопителей вагонных колесных пар с возможностью их размещения в кузове автотранспортного средства в виде транспортного пакета. Использование устройств влияет на повышение производительности труда, сохранность изделий и сокращение затрат на производство погрузо-разгрузочных работ. Выполнено обоснование характеристик скатывания колесных пар по направляющим, обоснована работоспособность пневмопривода-подъемника.

Бесперебойная работа многих технологических процессов по ремонту изделий цилиндрической формы требует наличия стеллажей - накопителей, для их резервного хранения или передачи на вывоз автотранспортом. При использовании поштучной технологии погрузки возникают высокие простои транспортной техники и резко снижается производительность труда.

Ключевые слова: гравитационные спуски, стеллажи - накопители, вагонные колесные пары, транспортные пакеты, способность погрузки, разгрузки и крепления.

GRAVITATIONAL RACKS - DRIVES WAGON WHEEL PAIRS

Borodulin Vladimir I. – Ph.D. in Tech, assistant professor department of «Wagone»

Klimenko Elena N. – graduate student

Kazhmet'eva Ol'ga V. – student

Samara State Transport University

Abstract. Presents a new design of gravity stelage drives wagon wheel pairs, with the possibility of their placement in the body of the motor vehicle in the transportation of the package. The use of devices affects povishenie productivity, safety of products and reducing production costs of loading and unloading. Completed study characteristics of the wheelset rolling on the rails, it justifies the efficiency of the pneumatic-lift.

Smooth operation of many technological processes for the repair of cylindrical products requires the presence of racks - drives for backup storage or transfer for the export of vehicles. When you use a piece of technology arise high loading of transport equipment downtime and reduces productivity.

Keywords: gravity chutes, shelves - stores, wagon wheel pairs, the transport packets, loading capacity, unloading and mounting.

Целью работы является создание устройства с энергосберегающей технологией формирования изделий цилиндрической формы (колесных пар) в транспортный пакет для перевозки автотранспортом.

Использование стационарных стеллажей – накопителей предохраняет изделия от повреждений и обеспечивает эффективность производственных процессов на поточной линии ремонтного депо.

Открытие малых предприятий, связанных с эксплуатацией железнодорожного транспорта, повлекло за собой потребность в поставке узлов подвижного состава по месту их расположения, доставку которых целесообразно выполнять с использованием автотранспортных средств. Возникает потребность создания дополнительных запасов изделий в депо для сторонних организаций.

Следует отметить, что перегрузочные работы являются энергоёмкими процессами, которые не способствуют сокращению времени простоя транспортных средств под грузовыми операциями, а также сохранности груза.

В связи с этим является актуальной задача по созданию укрупненных транспортных пакетов.

Анализ способов крепления колесных пар в кузове автотранспортных средств показал, что действующие схемы крепления, основанные на использовании одноразовых, часто полужестких элементов крепления являются материалоемкими и не достаточно надёжными в случае высоких динамических нагрузок, в моменты не установившегося режима движения автотранспорта.

Способы размещения и крепления колесных пар, которые выполняются по местным техническим условиям, а иногда с нарушением требований Гост 4835 - 2006, где отмечено, что при погрузке колесных пар не допускается:

- сбрасывание их на площадку и возможность их соударения между собой;
- выполнять застропку колесных пар за шейки и предступичные части оси, а также за отмеченные части выполнять увязку проволокой [1].

Колёсные пары относятся к ходовым частям и являются одним из ответственных элементов вагона. Они предназначены для направления движения вагона по рельсовому пути и восприятия всех нагрузок, передающихся от вагона на рельсы при их вращении. Работая в сложных условиях нагружения, колёсные пары должны обеспечивать высокую надёжность, так как от них во многом зависит безопасность движения поездов. Поэтому к ним предъявляют особые, повышенные требования Госстандарта, которые исполняются в вагоноремонтных депо путём применения автоматизированных комплексов, в том числе типа «ГЕОМЕТРИКС КП», известная конструкция содержит механизмы снятия колесных пар после измерений с возможностью их передачи в накопитель. Проблема перемещения изделий в производственных процессах занимает одно из центральных мест и обычно основывается на трёх способах транспортировки: принудительном, полусамотечном, гравитационном [2].

По представленной теме особенный интерес транспортировки грузов цилиндрической формы представляют наклонные спуски, где изделия перемещаются под действием своей силы тяжести и создают системы менее энергоёмкие и сравнительно легко автоматизируемые (рис. 1) [3].

Для совершенствования системы сохранности колесных пар в процессе их хранения и транспортировки выбрана конструкция гравитационного стеллажа-накопителя вагонных осей [4]. Устройство для осей состоит из каркаса с наклонными направляющими, каждая из которых выполнена в виде двух шек (рис. 2).

Технической задачей является расширение функциональных возможностей стационарного устройства и обоснование его эксплуатационных характеристик, применительно для использования накопителя в качестве транспортного пакета.

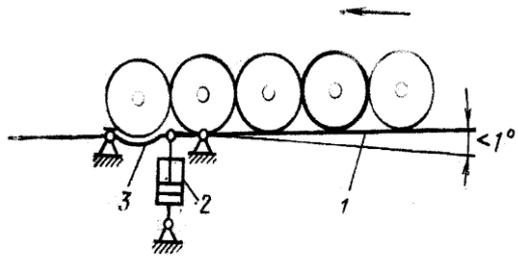


Рисунок 1 - Загрузочное устройство для колесных пар: 1- накопитель; 2 - пневмоцилиндр; 3 - питатель-отсекатель

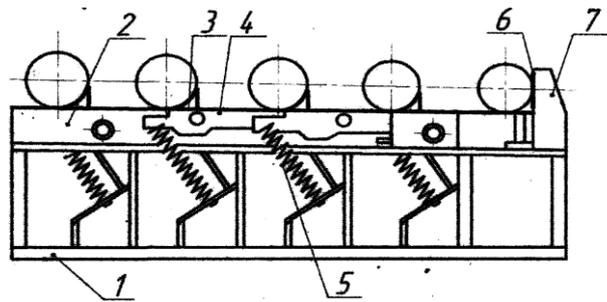
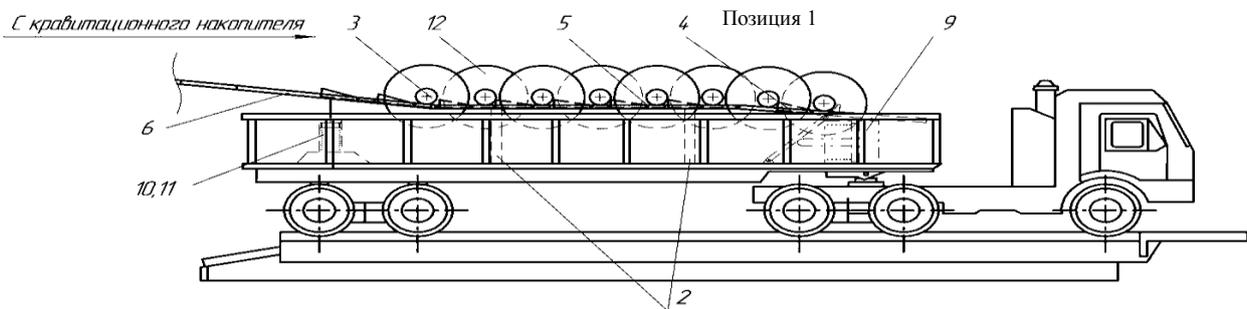


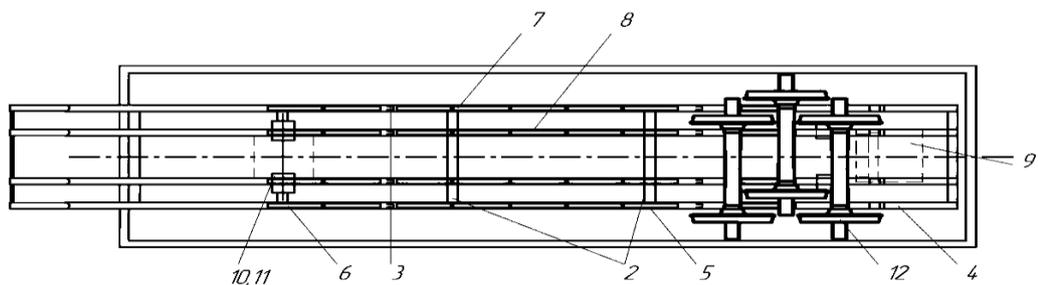
Рисунок 2 - стеллаж для осей, где 1- каркас; 2 - направляющие; 3 - кулочки; 4 - оси; 5 - пружина; 6 - накладки; 7- упор

Расположение колесных пар на подставке с опорой на её ось значительно снижает опрокидывающий момент, а, следовательно, и динамические нагрузки в процессе их движения. Процесс наката колесных пар на подставку, которая размещена в кузове, снижает энергоёмкость погрузки и время простоя транспорта под погрузочно-разгрузочными операциями, в сравнении с использованием ПТМ.

Техническим результатом является расширение функциональных возможностей прототипа, за счет изменения схемы расположения груза на наклонных направляющих, а также возможности их фиксации в транспортном положении. Описание данного устройства представлено в литературе [4]. Общий вид предлагаемого устройства для пакетирования, погрузки, разгрузки и крепления колёсных пар на транспортном средстве представлен на рисунке 3 – позиции 1,2.



Фигура 1



Фигура 2

Рисунок 3 – позиции 1,2

Устройство содержит: транспортное средство; 2 – опорную раму; 3 – оси шарнирных соединений; 4, 5, 6 – звенья наклонного трапа; 7, 8 – направляющие звенья; 9 – пневмоцилиндр толкателя трапа; 10 – подпружиненный шток; 11 – фиксатор; 12 – колесная пара.

Конструкция направляющих для наката и скатывания выполнена в виде горизонтально расположенных рычагов (с опорой по центру) и взаимодействующих в своей торцевой части с подъёмником – пневмоцилиндром, подключенным к компрессору транспортного средства.

Загрузка осуществляется путем наката и расстановки колесных пар в шахматном порядке на направляющих ложементов, которые имеют уклон в сторону пневмоподъемника.

При выполнении разгрузочных работ уклон направляющих подставки регулируется пневмоцилиндром.

Таким образом, предлагаемое устройство при работе по полному циклу обеспечивает:

- поточный метод загрузки и разгрузки изделий без использования ручного труда с низким уровнем энергоёмкости технических средств;
- снижение динамических нагрузок на изделие (колёсную пару), за счёт уменьшения радиуса опрокидывающего момента, путём её установки не на обод колеса, а на поверхность оси и, как результат снижение продольных усилий на элементы крепления и возможности повреждения груза.

Одним из недостатков данного технического решения является отсутствие возможности использования погрузочных механизмов меньшей грузоподъёмности и размещения пакета поперёк кузовов транспортного средства.

Для устранения указанных недостатков предлагается конструкция устройства, подробное описание которого представлено в литературе [4]. Устройство для погрузки – выгрузки колёсных пар на транспортном средстве показано на рисунке 4 – вид с торца.

Устройство для погрузки-разгрузки колёсных пар на транспортном средстве содержит транспортное средство 1; опорная рама 2; оси 3; звенья погрузочно-разгрузочного трапа 4, 5; П-образные скобы 6; направляющие 7, 8 звеньев; пневмоцилиндр 9; подпружиненный шток 10 с фиксатором 11; колёсные пары 12.

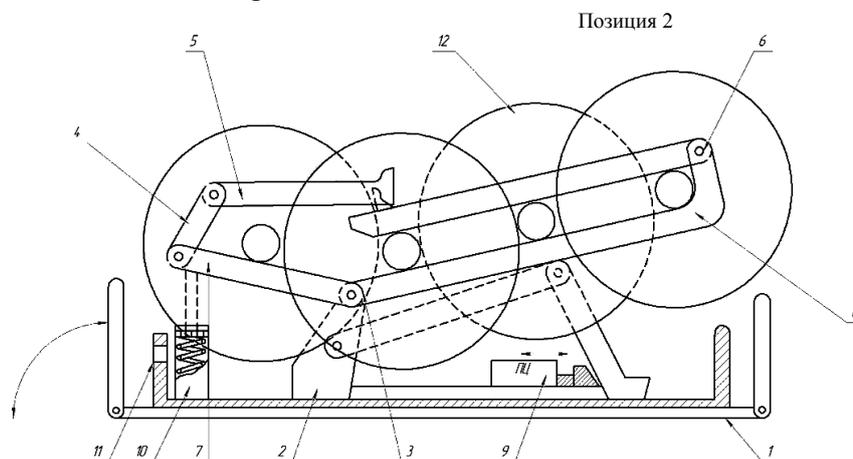


Рисунок 4 – Устройство для погрузки - выгрузки колёсных пар на транспортном средстве - вид с торца

Погрузочно-разгрузочные работы могут выполняться двумя способами: с использованием гравитационных сил или при помощи подъемно-транспортных машин (ПТМ).

Предполагаемое устройство снижает энергоёмкость погрузо-разгрузочных работ и повышает сохранность изделий. Погрузочно-разгрузочный трап, состоящий из двух шарнирно соединенных звеньев П-образной формы позволяет обеспечить установку комплекта из

4-х колёсных пар и обеспечить поперечное расположение (размещение) устройства в кузове транспортного средства и это способствует снижению нагрузки на элементы крепления от воздействия продольных усилий т. к. оси колёсных пар расположены в кузове по ходу движения транспортного средства.

Для обоснования работоспособности гравитационных накопителей вагонных колёсных пар рассчитаны скоростные характеристики их скатывания, в зависимости от уклона и длины наката, показаны в виде графиков для выбора оптимального варианта [4].

Список литературы

1. Тазетдинов И.М, Бородулин В.И. Устройство для загрузки-выгрузки колесных пар на транспорте. Патент РФ № 124222 / опубл. 20.01.2013 г.
2. Бородулин В.И., Клименко Е.Н. Устройство для погрузки разгрузки колесных пар на транспортном средстве. Патент. №141633 опубл. 2013. № 5.
3. Бородулин В.И., Клименко Е.Н. Гравитационный накопитель грузов цилиндрической формы на транспортном средстве Наука и образование транспорта: материалы V Международной научно-практической конференции. Самара: СамГУПС. 2012. С.179-181.
4. Богданов А.Ф. Эксплуатация и ремонт колесных пар вагонов. Учебник для вузов ж.-д. трансп. [Текст] /А.Ф. Богданов., В.Г Чурсин. – М: Транспорт, 1989. 270 с.

УДК 658.14

В РАЗВИТИЕ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Платонов Алексей Александрович – кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II

Аннотация. Для характеристики степени совершенства специализированного подвижного состава могут применяться методы, предусматривающие определение интегрального показателя их качества. В статье приводится алгоритм оценки качества автотранспортных средств, который предложено дополнить группой показателей, связанных с особенностями работы исследуемого подвижного состава.

Ключевые слова: подвижной состав, качество, показатель.

TO THE DEVELOPMENT OF METHODS FOR ASSESSMENT OF QUALITY OF ROLLING STOCK

*Platonov Aleksej A. – PhD. tech. sciences, Associate Professor,
Moscow State University of Railway Engineering (MIIT)*

Abstract. In order to characterize the degree of perfection of the specialized rolling stock can be used methods, envisaging the definition of the integral index of their quality. The article presents an algorithm evaluation of the quality of vehicles which is proposed to add a group of indicators related to the peculiarities of the investigated vehicles.

Keywords: rolling stock, the quality index.

В настоящее время развитие конкуренции на рынке перевозок ставит перед транспортными компаниями (в том числе, железнодорожного транспорта) задачи удовлетворения возрастающих требований клиентов к качеству транспортной продукции и гибкого регулирования на изменяющуюся конъюнктуру с целью увеличения финансовой

стабильности и, следовательно, снижения эксплуатационных расходов. Одним из путей повышения качества транспортной продукции является принятие правильного управленческого решения о выборе соответствующего конкретным условиям работы (и, в конечном итоге, оптимального) подвижного состава из множества альтернатив в условиях ограниченности материальных и финансовых ресурсов.

В последнее десятилетие в Российской Федерации на железных дорогах общего и не-общего пользования всё активнее начинают применяться специализированные автотранспортные средства. В соответствии с исследованиями, проведёнными в [1], внедрение в производственный процесс подобных автотранспортных средств, способных выполнять как маневровую работу с вагонами, так и целый ряд других работ, должно сопровождаться надзором за сохранением и повышением уровня безопасности их функционирования [2].

Для успешного решения задачи по выбору вышеприведённого оптимального подвижного состава у лица, принимающего решение, в арсенале должен быть надёжный инструмент сравнительной оценки возможных в данном конкретном случае и при этом доступных ему альтернатив. Применение такого инструмента будет способствовать повышению объективности и эффективности решения, а реализация его – достижению желаемого результата.

Для характеристики степени совершенства специализированных автотранспортных средств можно использовать такую категорию как «уровень качества». Под уровнем качества в данной работе подразумевается оценённое в конкретный момент времени превосходство по технико-экономическим показателям исследуемого автотранспортного средства над аналогами за жизненный цикл, достигаемое за счёт максимального удовлетворения потребностей. При этом само качество должно оцениваться некоторым множеством характеристик, выраженным одним обобщённым показателем.

К настоящему времени разработано множество методик оценки качества технических средств.

На практике получили распространение методы оценки альтернатив и ранжирования их по выбранным критериям. При этом в известных методах ранжирования [3,4] как правило, реализуется следующий алгоритм: ставится цель; определяется объект оценки и его альтернативы; составляется номенклатура показателей, наиболее полно характеризующие сравниваемые варианты; определяется «вес» показателей; рассчитывается обобщённый интегральный показатель альтернатив; осуществляется ранжирование альтернативных вариантов и принимается окончательное решение по выбору оптимального варианта.

Применительно к оценке качества специализированных автотранспортных средств оптимальной представляется нам методика, изложенная в [5]. В предложенной автором методике, оценка качества транспортных средств осуществляется в две ступени: на первой методом профилей без учёта весов определяется групповой комплексный показатель качества, на второй – коэффициент качества объекта определяется суммированием произведений групповых показателей и их веса, установленных методом анализа иерархий. Кроме того, при оценке показатели качества используются без преобразований в баллы, в измеренных единицах, а оценка любого объекта осуществляется индивидуально, даже при отсутствии в момент оценки аналогов.

Алгоритм оценки качества специализированных автотранспортных средств, выполненный в соответствии с вышеприведённой методикой и дополненный нами пунктом «Требования ПТЭ», представлен на рис. 1.

При анализе вышеприведённого алгоритма необходимо отметить, что этап «Постановка цели» подразумевает, в том числе, поддержание безопасности движения на требуемом соответствующими нормативными документами уровне.

Одним из наиболее важных этапов оценки качества специализированных автотранспортных средств является этап «Выбор показателей качества объектов и их группировка».

В целом, можно выделить 8 основных групп показателей качества (рис. 1).

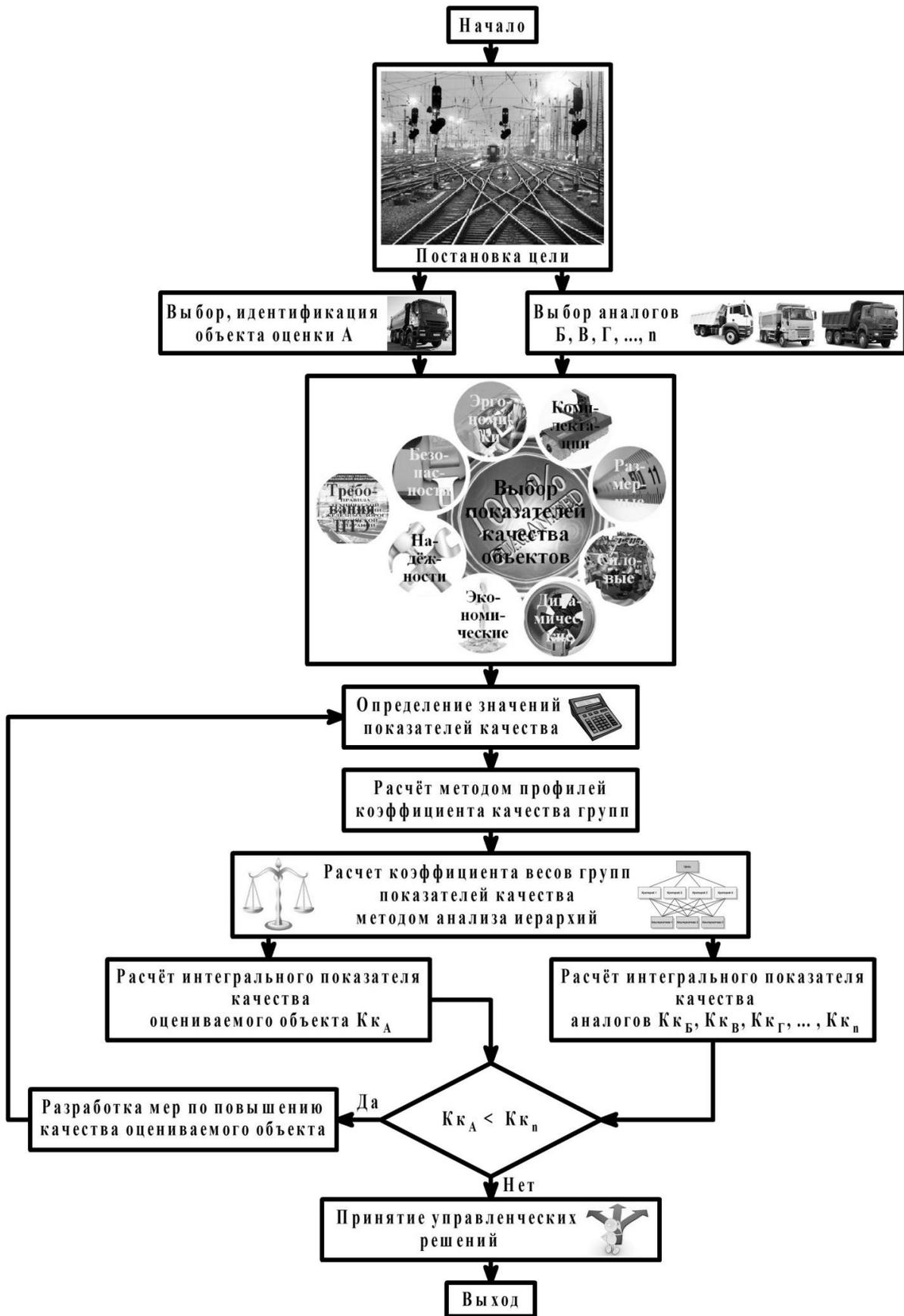


Рисунок 1 – Алгоритм оценки качества специализированных автотранспортных средств

При этом к группе размерных показателей относятся, например, дорожный просвет, колёсная база, общие габаритные размеры транспортного средства и т.д.; к силовым и весовым показателям относятся грузоподъёмность, номинальная мощность двигателя, снаряжённая масса и т.д.; к динамическим показателям и показателям управляемости относятся время разгона до 100 км/ч, максимальная скорость, торможение и т.д.; к экономическим показателям относится расход топлива в городском, загородном и смешанном циклах и т.д.; к показателям надёжности относятся периодичность технического обслуживания, гарантия и т.д.; к показателям безопасности относятся наличие системы стабилизации, уровень шума в салоне и т.д.; к показателям эргономики дизайна и комфорта относятся наличие кондиционера и климат-контроля, число регулировок рулевого колеса, наличие обогрева передних сидений и т.д.; к показателям комплектации относятся наличие маршрутного компьютера, навигационной системы, автоматической коробки передач и т.д.

Однако с учётом специфики работы рассматриваемых автотранспортных средств нам представилось необходимым дополнить вышеприведённую группу из 8 показателей ещё одной группой, условно названной нами «Требования ПТЭ» (рис. 1). В данную группу целесообразно включить целый ряд показателей, непосредственно влияющих на безопасность движения и работы вышеуказанных транспортных средств.

К таким показателям, в частности, относятся возможность работы специализированного автотранспорта на путях общего и не общего пользования, возможность применения сменного рабочего оборудования (в том числе при помощи манипуляторной установки), наличие поворотного устройства для смены направления движения на месте, оснащённость транспортных средств устройствами безопасности, наличие аппарелей и т.д.

Таким образом, используя методику оценки качества транспортных средств, предусматривающую определение интегрального показателя качества оцениваемого объекта и его аналогов, и учитывая специфику работы специализированных автотранспортных средств, можно повысить объективность и эффективность решений по выбору оптимального подвижного состава.

Список литературы

1. Платонов А.А. К вопросу обеспечения конкурентоспособности путевой техники / А.А. Платонов // Транспортный комплекс в регионах: опыт и перспективы организации движения. Материалы Международной научно-практической конференции. 2015. С. 123-127.
2. Шмаков В.И. Ускорить процесс внедрения передовой техники / В.И. Шмаков, В.П. Бирюзов // Евразия-Вести: транспортная газета. 2008. № 12. С. 9.
3. Ершова И.Г. Методы оценки технического уровня машин / И.Г. Ершова. – Псков: ПП. 2010. 159 с.
4. Фасихиев К.А. Метод ранжирования объектов по конкурентоспособности / К.А. Фасихиев // Научно-методический электронный журнал Концепт. 2015. Т. 13. С. 256-260.
5. Фасихиев К.А. Обеспечение конкурентоспособности изделия / К.А. Фасихиев // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2012. Т. 10. С. 173-184.

ПОДХОД К ВЫБОРУ ЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ БОЛИДА «ФОРМУЛА СТУДЕНТ ПНИПУ»

Головин Данила Вячеславович – магистрант, кафедра «Автомобили и технологические машины»

Пестриков Сергей Анатольевич – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Автомобили и технологические машины»

Петухов Михаил Юрьевич – кандидат технических наук, декан автодорожного факультета

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Аннотация. Формула Студент – международные инженерно-технические соревнования, данное движение активно популяризируется среди Российских вузов. Работа посвящена описанию подхода по выбору эффективных технических решений при проектировании болида «Формула Студент ПНИПУ». Отражена связь и реализация основных принципов эффективности технологических процессов с процессом проектирования автомобиля.

Ключевые слова: эффективность, Формула Студент, ПНИПУ, технологический процесс, проектирование автомобиля.

APPROACH TO THE CHOICE EFFECTIVE TECHNICAL SOLUTION AT THE DESIGN OF PNRPU FORMULA STUDENT RACING CAR

Golovin Danila V. – master student, Department of Automobiles and Technological Machines

Pestrikov Sergei A. – Ph.D. in Economical Sciences, Associate Professor, Department of Automobiles and Technological Machines

Petukhov Mikhail J. – Ph.D. in Technical Sciences, Dean of Car and Road Building Faculty
Perm National Research Polytechnic University

Abstract. Formula Student is international engineering competition, this trend is actively popularized among Russian universities. The work is devoted to description of the approach to the choice of efficient technical solutions in the design of “Formula Student PNRPU” bolide. It addressed the implementation of the basic principles of efficiency of technological processes in the project.

Keywords: efficiency, Formula Student, PNRPU, technological process, car design.

«Формула Студент» это международные инженерно-технические соревнования, в которых студенты, представляющие свой университет в качестве спортивной команды, должны спроектировать и изготовить спортивный автомобиль в соответствии с регламентом. В последнее время данное движение активно популяризуется среди российских ВУЗов. Проект по созданию команды «Формула Студент» на базе Пермского национального исследовательского политехнического университета даст возможность студентам участникам команды реализовать на практике получаемые компетенции в процессе обучения и, как следствие, обрести опыт, что в совокупности говорит об актуальности данного проекта и проведения текущей работы в области менеджмента проекта.

К функциям менеджмента в команде можно отнести планирование, организацию, контроль, координацию работ, а также внутрикомандную мотивацию каждого участника. В

совокупности реализация всех данных функций должна вести к повышению эффективности проводимых работ и достижению поставленной цели. По мнению одного из первых представителей теоретиков менеджмента Г. Эмерсона [1] эффективность является основной задачей управления.

Существует множество определений для понятия термина эффективность [2], наиболее полную сущность данного понятия можно описать как способность выполнять какую-либо работу и достигать необходимого или желаемого результата с наименьшей затратой времени и усилий. В рамках текущего развития проекта «Формула Студент ПНИПУ» с учетом условий, сопряженных с ограниченностью во времени, финансированию, а также небольшим рабочим составом, в сравнении с ведущими зарубежными и отечественными командами, одной из приоритетных задач командного управления является принятие рациональных и эффективных решений в различных направлениях деятельности. Понятие эффективность можно применить к любому из аспектов деятельности команды.

Поскольку соревнования «Формула Студент» подразумевают под собой непосредственно состязательный процесс, то целью команды «Формула Студент ПНИПУ», как и любой другой, является победа. Соответственно, основываясь на цели проекта, ключевой задачей деятельности команды в первую очередь является проектирование спортивного автомобиля.

Процесс проектирования автомобиля является довольно обширным, и его разделяют на ряд этапов: составление технического задания, создание общей компоновки, постройка необходимых макетов, изготовление рабочих чертежей, передаваемых в производство для разработки технологического процесса, сборка, испытание и доводка [3]. Данные этапы, безусловно, реализуются при проектировании первого болида команды «Формула Студент ПНИПУ» [4,5].

Таким образом, техническая составляющая проекта в виде болида, как итогового продукта деятельности, играет основную роль и непосредственно отражает эффективность деятельности команды [6]. В ходе процесса конструирования на этапе составления технического задания и принятия решений в выборе предпочтения того или иного решения в конструкции необходимо учитывать ряд факторов, которые в свою очередь, связаны с технологией изготовления, производительностью и итоговой стоимостью. Выбор рациональных и эффективных решений в конструкции болида с учетом влияния ключевых показателей проекта, технологий производства, располагаемых ресурсов и других сопряженных процессов играет существенную роль в повышении эффективности деятельности команды и реализуемости поставленной цели с сопутствующими ей задачами.

На данный момент команда приступила к процессу подготовки документации для производства компонентов шасси болида. Следующий этап является напрямую производственным процессом создания болида, поэтому в ходе проектирования и при выборе решений в конструкции необходимо учитывать факторы и параметры последующих технологических процессов.

В качестве основополагающих параметров технологических процессов выделяют: точность, стабильность, экономичность и производительность. В соответствии с действительными условиями развития проекта необходимо провести ранжирование данных показателей и их интерпретацию для текущего случая. Рассматривая и анализируя данный набор параметров в условиях реального развития проекта и наличия ряда ограничений можно сделать следующие заключения по отбору, ранжированию и реализации параметров технологических процессов (таблица 1).

Ключевым параметром является экономичность, так как на данном этапе, главным образом, имеются ограничения по бюджету. Исходя из этого, при выборе технических решений в элементах конструкции предпочтение будет отдаваться менее дорогим технологиям изготовления деталей, применяемым материалам [7] и компонентам.

Таблица 1 – Реализация параметров технологических процессов при проектировании болида «Формула Студент ПНИПУ»

№	Параметр	Способ реализации
1.	Экономичность	Выбор альтернативных технологий производства. Работа со спонсорами и с поставщиками. Межкафедральное взаимодействие. Применение CAE систем взамен натуральных испытаний.
2.	Производительность	Применение САПР: CAD, CAE, CAM систем. Применение автоматизированных технологий при производстве.
3.	Точность	Внедрение в конструкцию элементов регулировки. Контроль параметров точности.

В качестве примера можно привести переход от конструкции деталей из алюминия, полученных путем механической обработки, в сторону разработки деталей из листовой стали, а именно: педальный узел, качалки амортизаторов, кронштейны и крепления рычагов подвески. Параметр экономичности оказывает большое влияние на процесс закупки компонентов, так как приходится выбирать альтернативные и наиболее выгодные с точки зрения экономичности варианты готовых компонентов. Также не малую роль в реализации данного параметра оказывает работа со спонсорами, имеются не только случаи с предоставлением скидок на покупку компонентов у поставщиков для развития студенческого проекта, но также и безвозмездная помощь в предоставлении материалов и оборудования для производства деталей. Применение CAE систем при инженерных расчетах также позволяет сэкономить на проведение натуральных испытаний разрабатываемых деталей [8]. Помимо этого, реализация параметра экономичности проявляется за счет безвозмездного межкафедрального взаимодействия в рамках реализации проекта в ПНИПУ.

Вторым немаловажным параметром технологических процессов, который должен учитываться при проектировании в команде «Формула Студент ПНИПУ», является производительность. Это обусловлено, прежде всего, ограниченностью во времени подготовки к гоночному сезону, выходящей из требований регламента соревнований, которые подразумевает под собой ежегодную разработку нового болида для участия в ведущих мировых этапах. Таким образом, все процессы, связанные с работой в команде, должны быть максимально производительными. Реализации данного принципа в первую очередь достигается за счет применения полного комплекса программ САПР при разработке конструкции болида, инженерных расчетах деталей и подготовке документации для производства. В качестве CAD средства в проекте используется программа Solidworks 2015 Student Edition, позволяющая производить разработку конструкции болида. Для инженерного анализа и расчетов используется ряд CAE программ, в частности для оценки и оптимизации крутильной жесткости рамы использовалось ПО Solidworks Simulation [8]. Необходимость максимального повышения производительности технологических процессов изготовления, заставляет прибегать к автоматизированным средствам производства. За счет спонсорской поддержки удалось произвести раскрой труб для рамы на станке плазменной резки металла с ЧПУ. Написание управляющего кода осуществлялось в CAM программе Sheetcam TNG. Использование автоматизированного способа раскроя труб позволило снизить трудоемкость и повысить производительность данного технологического процесса.

В условиях ограниченности финансов и доступа к автоматизированному и высокоточному оборудованию достижение параметров точности будет происходить путем внедрения в конструкцию элементов регулировки, в конструкции рычагов подвески и их креплений на раме заложены компенсирующие элементы, позволяющие точно произвести установку подвески. Помимо этого, будет осуществляться контроль параметров точности деталей после их изготовления.

Если рассматривать реализацию параметра стабильности в рамках данного проекта, то он более применим к серийным и массовым производственным процессам. Поскольку

происходит единичное производство, параметр стабильность не играет ключевой роли в технологических процессах связанных с изготовлением болида командой «Формула Студент ПНИПУ».

На основании проведенного анализа, помимо всего прочего можно сделать вывод, что рассмотренные параметры взаимосвязанные между собой (рисунок 1).

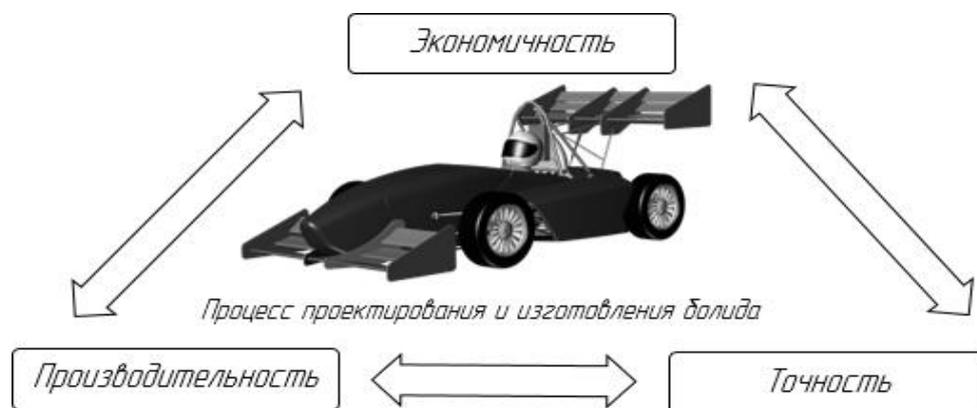


Рисунок 1 – Схема взаимосвязи параметров технологических процессов при проектировании и изготовлении болида «Формула Студент» ПНИПУ

Вывод

Процесс проектирования спортивного автомобиля класса «Формула Студент», безусловно, является объемным и взаимосвязанным, требующий взаимного учета ряда факторов на каждом из этапов для эффективного достижения поставленной цели и сопутствующих ей задач.

Список литературы

1. Эмерсон Г. Двенадцать принципов производительности. М.: Экономика. 1992. 224 с.
2. Евдокимова Т.В. Анализ генезиса теоретических подходов к понятию и оценке эффективности // Вестник Томского государственного университета. Экономика. 2013. № 3 (23).
3. Родионов В.Ф., Фиттерман Б.М. Проектирование легковых автомобилей. - М.: Машиностроение. 1980. 479 с.
4. Головин Д.В. Разработка общей концепции болида «Формула Студент» // Материалы международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Проблемы функционирования систем транспорта», ТюмГНГУ, г. Тюмень, 14–15 декабря 2015.
5. Брюхов А.П., Головин Д.В., Козырин Н.С. Определение параметров эргономики посадочного места пилота при проектировании кресла болида «Формула Студент» ПНИПУ // Сборник трудов 4-го Всероссийского Форума «Студенческие инженерные проекты». МАДИ. Москва. 2016.
6. Головин Д.В., Пестриков С.А., Петухов М.Ю. Организационные аспекты деятельности команды «Формула Студент» Пермского национального исследовательского политехнического университета. // Журнал «Транспорт. Транспортные Сооружения. Экология». 2016. № 3.
7. Головин Д.В., Бояршинов Д.А., Выбор материала для рамы болида «Формула Студент» // Студенческие инженерные проекты: материалы III Всероссийского Форума. МАДИ. Москва. 2015.

8. Брюхов А.П., Головин Д.В., Козырин Н.С. Оценка и оптимизация крутильной жесткости рамы болида «Формула Студент» ПНИПУ // Журнал «Транспорт. Транспортные Сооружения. Экология». 2015. № 3.

УДК 629.423.31

ТЕХНОЛОГИЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ МЕЖВИТКОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ ЯКОРНЫХ ОБМОТОК ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Харламов Виктор Васильевич – доктор технических наук, заведующий кафедрой «Электрические машины и общая электротехника»

Шкодун Павел Константинович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Электрические машины и общая электротехника»

Шетаков Игнат Валентинович – аспирант кафедры «Электрические машины и общая электротехника»

Омский государственный университет путей сообщения

Аннотация. Целью данной статьи является совершенствование технологии обслуживания и испытаний тяговых электродвигателей посредством внедрения в нее технологических операций, направленных на раннее выявление повреждений межвитковой изоляции якорных обмоток. Описаны физические основы применения метода волновых откликов для диагностирования изоляции обмоток, приведены принципы функционирования средств диагностирования, реализующих указанный метод. Предложены варианты совершенствования существующей технологии испытания и технического обслуживания тяговых электродвигателей на примере тяговых электродвигателей типа ТЛ-2К.

Ключевые слова: тяговый подвижной состав железных дорог, тяговый двигатель, якорная обмотка, межвитковая изоляция, метод волновых откликов, технология обслуживания и ремонта, диагностирование электрической изоляции

FAULT IDENTIFICATION TECHNIQUES FOR ARMATURE WINDING INTERTURN INSULATION OF ROLLING STOCK TRACTION MOTORS

Harlamov Viktor V. – Dr. Sci. Tech., head of the department «Electrical machines and general electrical engineering»

Shkodun Pavel K. – Cand. Sci. Tech., Associate Professor of the department «Electrical machines and general electrical engineering»

Shetakov Ignat V. – Post graduate student of the department «Electrical machines and general electrical engineering»

Omsk State Transport University

Abstract. The aim of this article is an advancement of traction motors maintenance and repair techniques via implementation of technical operations aimed to early diagnosis of armature windings interturn insulation faults. The article describes physics of wave responses method application for diagnostics of windings interturn insulation, functioning principles of diagnostic equipment, which work based on above-noted method. The article suggests application variants of traction motor maintenance and repair techniques advancement: case study TL-2K.

Keywords: railway traction rolling stock, traction motor, armature winding, interturn insulation, wave responses method, maintenance and repair techniques, diagnosis of electrical insulation.

В основе поддержания необходимого уровня надежности, а, соответственно, и остаточного ресурса тягового подвижного состава железных дорог, лежит система ремонта и технического обслуживания. Качество выполнения ремонтных и профилактических работ напрямую влияет на экономические показатели предприятия. В условиях перехода от системы периодического обслуживания к системе обслуживания по состоянию особо актуальным становится вопрос своевременного выявления и устранения повреждений оборудования, которые могут привести к выходу его из строя, перебоям в работе и в конечном итоге к убыткам предприятия. Указанный вопрос может быть решен только с использованием современных наукоемких методов, формирующих основу комплексных систем диагностирования.

Согласно стратегии развития холдинга "РЖД" на период до 2030 года в ряд основных задач развития инфраструктурного бизнес-блока холдинга входит снижение стоимости жизненного цикла тяговых ресурсов и оптимизация издержек за счет рациональной организации ремонтных и эксплуатационных работ. Таким образом, совершенствование технологии обслуживания и ремонта тягового подвижного состава (ТПС) является одной из актуальных проблем развития железнодорожного транспорта.

Согласно статистическим данным одним из критических элементов с точки зрения надежности в составе тягового подвижного состава является ТЭД (до 25% отказов) [1]. Пробой межвитковой изоляции обмоток, в свою очередь, является наиболее характерным отказом ТЭД [2].

Одним из наиболее перспективных методов выявления повреждений межвитковой изоляции электродвигателей постоянного тока является метод волновых откликов [3]. Суть метода заключается в фиксации волновых затухающих процессов (волновых откликов – ВО), возникающих в обмотке под действием диагностических импульсов (ДИ) в различных угловых положениях якоря. Диагностические импульсы, проникая в обмотку, вызывают возникновение внутри неё стоячей волны, половина периода пространственных колебаний которой распределяется по длине каждой параллельной ветви обмотки (эквивалентной линии с распределенными параметрами). Возникновение повреждений вызывает резкое изменение параметров эквивалентной линии в точке повреждения и отражение падающей волны ДИ, что в конечном итоге приводит к возникновению двух стоячих волн в поврежденной параллельной ветви обмотки. Фрагмент волнового отклика параллельной ветви обмотки с межвитковым замыканием (МВЗ) приведен на рисунке 1.

На приведенном рисунке период T соответствует частоте ВО неповрежденной обмотки, l – эквивалентная длина параллельной ветви обмотки, I – ток в параллельной ветви обмотки. При изменении углового положения якоря происходит смещение точки межвиткового замыкания и искажение формы результирующих ВО, фиксируемых на щетках тестируемой машины [4]. При отсутствии МВЗ в обмотке форма ВО не меняется при изменении углового положения якоря при этом в случае возникновения повреждений изоляции общего характера форма волнового отклика может отклоняться от эталонной. При наличии критических повреждений и при тестировании обмоток с низким сопротивлением якорной цепи первая полуволна ВО может быть искажена. Для исключения ошибочных результатов диагностирования зафиксированный ВО подвергается проверке на вхождение в область типовых реализаций.

Результатом испытаний межвитковой изоляции по методу волновых откликов в данном случае служат две реализации волнового отклика (базовые реализации): одна с максимальной амплитудой и минимальным периодом (ВО1), вторая – с минимальной амплитудой и максимальным периодом (ВО2). На рис. 2 приведен пример базовых реализаций ВО, полученных при тестировании якорной обмотки электродвигателя типа НБ-431П.

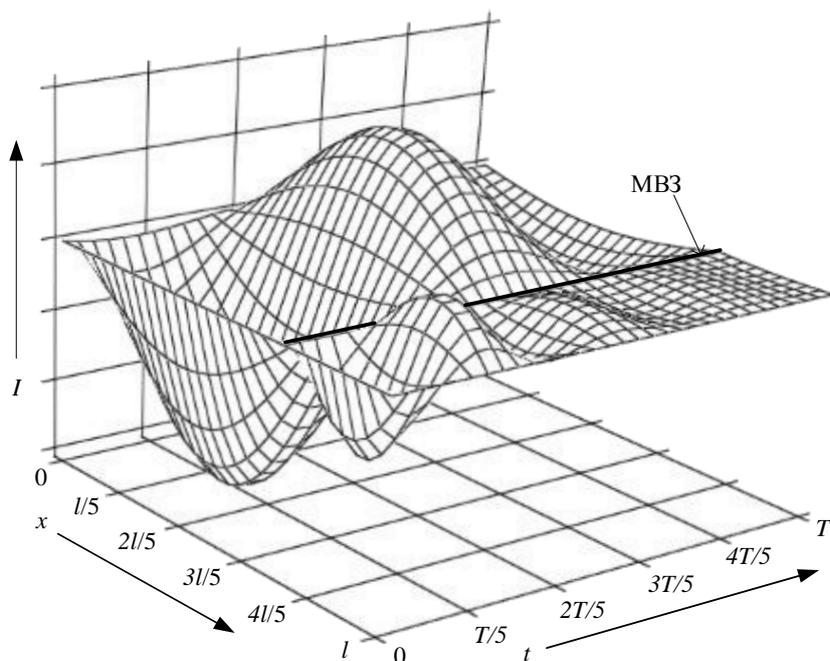


Рисунок 1 – Фрагмент волнового отклика в поврежденной обмотке

В общем случае, когда полученные ВО не выходят за пределы области существования типовых реализаций ВО, для выявления повреждений изоляции авторами предлагается использовать обобщенный диагностический коэффициент (ОДК), который вычисляется по формуле:

$$K = \left(1 - \frac{A_2}{T_2} / \frac{A_1}{T_1}\right), \quad (1)$$

где A_1, T_1 – «полная амплитуда» и период первой базовой реализации волнового отклика (ВО1),

A_2, T_2 – «полная амплитуда» и период второй базовой реализации волнового отклика (ВО2).

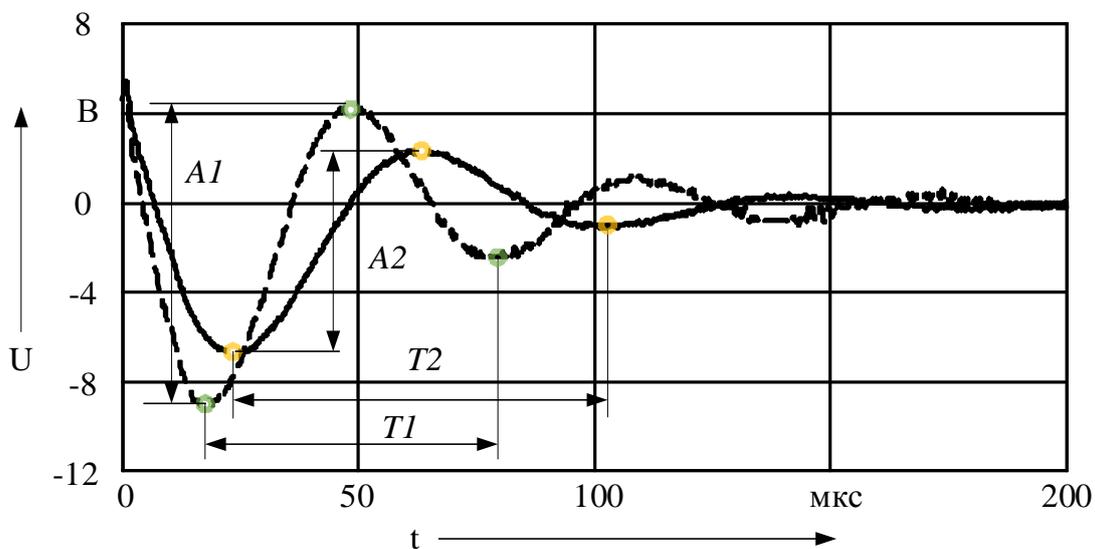


Рисунок 2 – Пример базовых реализаций волнового отклика

При отсутствии изменений формы волнового отклика в процессе изменения углового положения обмотки коэффициент K равен нулю, что говорит об отсутствии повреждений изоляции. Повышение значений коэффициента K выше нуля указывает на наличие повреждений межвитковой изоляции [5].

Для автоматизации процесса тестирования межвитковой изоляции по методу ВО коллективом авторов разработан специализированный мобильный блок. Блок построен на базе платы *STM32F746G-DISCO*, и специально разработанного аналогового модуля в стандартном форм-факторе *Arduino-Shield*. Блок осуществляет подачу в обмотку диагностических импульсов, отображение осциллограммы сигнала, фиксацию и анализ волнового отклика, сохранение и обработку результатов испытаний. Подключение блока осуществляется непосредственно к разнополярным щеткам тестируемой машины.

На рис. 3 приведен структурный элемент технологии тестирования обмотки по методу волновых откликов для внедрения в существующие технологические процессы ремонта и обслуживания ТЭД.

Общие вопросы технологии ремонта и обслуживания ТЭД регламентируются руководством по техническому обслуживанию ПКБ ЦТ.06.001. В условиях эксплуатационного локомотивного депо проверка состояния изоляции ТЭД производится в рамках текущих ремонтных мероприятий, порядок проверки определяется специальными технологическими картами. Например, технологической картой на ремонт тяговых двигателей типа ТЛ-2К и при ремонте в объеме ТР-1, ТР-2 предусматривается замер сопротивления корпусной изоляции ТЭД мегаомметром. Так как тестирование низковольтными импульсами, по сути, является неразрушающим методом диагностирования изоляции, важно производить контроль состояния межвитковой изоляции до высоковольтных испытаний.

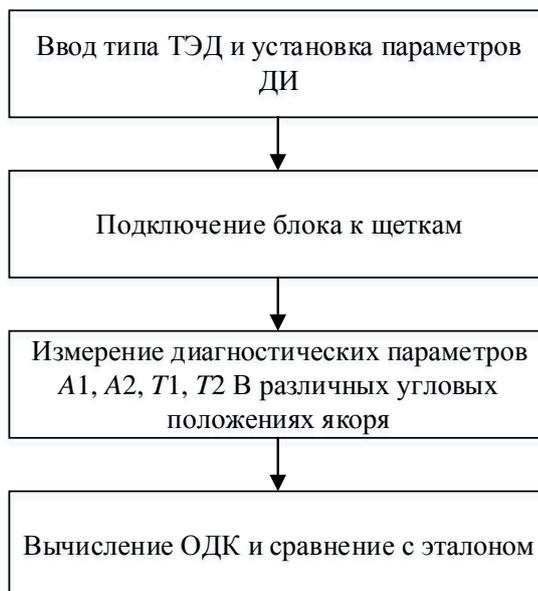


Рисунок 3 – Технология диагностирования состояния изоляции якорных обмоток ТЭД по методу волновых откликов

На рис. 4 приведен фрагмент технологии ремонта ТЭД типа ТЛ-2К.

Выполнение диагностирования межвитковой изоляции якорной обмотки ТЛ-2К после продувки исключает влияние на результаты испытаний продуктов разрушения щеток, а также позволяет выявить повреждения изоляции до того, как последствия этих повреждений будут усугублены высоковольтными испытаниями.



Рисунок 4 – Фрагмент технологии ремонта ТЭД типа ТЛ-2К

Технология испытаний ТЭД регламентируется отраслевыми стандартами и ГОСТ 11828-86. На рис. 5 приведен фрагмент технологии испытаний ТЭД типа ТЛ-2К.



Рисунок 5 – Фрагмент технологии испытаний ТЭД типа ТЛ-2К

При проведении испытаний на повышенной частоте вращения якорная обмотка нагревается, центробежная сила приводит к прижатию обмотки к внешней стороне паза и механическим деформациям изоляции. Применение метода ВО сразу после испытаний на повышенной частоте вращения позволяет выявлять повреждения изоляции, которые вызваны приведенными выше факторами, характерными только для рабочего режима ТЭД.

Внедрение диагностирования якорных обмоток ТЭД по методу ВО в существующую технологию ремонта и обслуживания позволяет своевременно исключать из эксплуатации ТЭД с неудовлетворительным состоянием изоляции якорных обмоток, снижает вероятность повреждения межвитковой изоляции при высоковольтных испытаниях и в конечном итоге ведет к повышению уровня надежности ТПС.

Список литературы

1. Долгова А.В. К вопросу о совершенствовании технологии ремонта тяговых электродвигателей локомотивов. [Текст] / А.В. Долгова, П.К. Шкодун // Молодой ученый. 2010. Т. 1. № 1-2. С. 51-54.
2. Исмаилов, Ш. К. Повышение ресурса изоляции обмоток электрических машин подвижного состава в условиях эксплуатации. [Текст]: автореф. дис. докт. техн. наук: 05.22.07 / Исмаилов Шафигула Калимуллович. – Омск: ОмГУПС. 2004. 43с.
3. Харламов В.В. Оценка технического состояния изоляции тяговых электродвигателей подвижного состава. [Текст] / В.В. Харламов, П.К. Шкодун, И.В. Шестаков // Эксплуатационная надежность локомотивного парка и повышение эффективности тяги поездов: материалы второй всероссийской технической конференции с международным участием. ОмГУПС. Омск. 2014. С. 211–222.
4. Шестаков И.В. Физические основы применения метода волновых откликов для диагностирования состояния межвитковой изоляции якорных обмоток тяговых электродвигателей подвижного состава. [Текст]: Научно–технический журнал «Транспорт Урала». 2016. № 3 (50).
5. Харламов В.В. Особенности применения метода волновых откликов при тестировании межвитковой изоляции якорных обмоток тяговых электродвигателей. [Текст] / В.В. Харламов, П.К. Шкодун, И.В. Шестаков // Инновационные проекты и технологии в образовании, промышленности и на транспорте: материалы научной конференции. ОмГУПС. Омск. 2016. С. 167–173.

УДК 629.733: 628.132

СПОСОБ ТУШЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ И ФОРМИРОВАНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ ДОЖДЕЙ ПУТЕМ ВЗРЫВАНИЯ ВОДОРОДНЫХ ДИРИЖАБЛЕЙ

Павлов Сергей Николаевич – инженер, начальник сектора вооружений Научно-технического центра Общероссийской общественной организации «Союз казаков»

Семенов Александр Георгиевич – кандидат технических наук, доцент и ведущий научный сотрудник кафедры инжиниринга силовых установок и транспортных средств Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого; директора Научно-технического центра Общероссийской общественной организации «Союз казаков»

Аннотация. Разработан, главным образом для МЧС, новый способ тушения лесных и степных пожаров и формирования искусственных дождей. Способ предполагает доставку на место своим ходом водородного дирижабля и его подрыва. Предложены также варианты устройства для реализации такого способа. Инновация основана на современных научно-технических достижениях в областях воздухоплавания и теории взрывов.

Ключевые слова: пожарная техника, лесные и степные пожары, тушение лесных и степных пожаров, водород, вода, дирижабль.

WAY OF THE STEWING WILDFIRE AND SHAPING THE ARTIFICIAL RAINS BY WAY VZRYVANIYA HYDROGEN AIRSHIPS

Pavlov Sergey N. – engineer, Hief of the sector of the armses, Research centre Obscherossiyskoy public body "Alliance of the cossacks", St.Petersburg

Semenov Alexander G. – PhD in Technical Sciences, Associate Professor and Leading Researcher, Department of Engineering of Engines and Transport Vehicles, Peter the Great

Abstract. It is Designed, mainly for Ministry CHrezvchaynyh situation, new way of the stewing of the wildfires and steeper fires and shaping the artificial rains. The Way expects delivery on place by its move of the hydrogen airship and his(its) undermining. Variants device are Offered also for realization of such way. Innovaciya is founded on modern research achievements in area of the aerostation and theories blast.

Keywords: the Fireman technology, wildfires, stewing of the wild- and steeper fires, hydrogen, water, airship.

Проблематика и предложение

В настоящее время вопрос вызывания искусственных дождей особенно важен при лесных и степных пожарах. Однако применение его ненадежно, так как он связан с необходимостью наличия облаков, засеваемых реагентами с самолетов или при помощи ракет и артиллерии со специальными зарядами.

В случае, когда небо ясное, нынешние климатические способы тушения становятся бессмысленными. Вместе с тем, давно известно, что реакция преобразования воды в водород и кислород обратима. На основе этого авторами собран материал из открытых источников информации и разработан концептуальный проект буксируемого водородного аэростата с водяной подушкой – грузом, подрыв которого приводил бы к проведению реакции водорода-носителя с окружающим воздухом с образованием перегретого пара, а распыление аэрозоля водяной подушки при взрыве – к понижению температуры пара.

Теоретическое обоснование

Теоретическое обоснование возможности осуществления химических и физических процессов, заложенных в основу предлагаемого способа, выполнено авторами данной статьи с использованием материалов, опубликованных в работах [1-5] и не приведено здесь по причине ограничения объема статьи.

Далее были проведены консультации в СПбПУ Петра Великого, по результатам которых были получены советы:

1. Довести температуру в зоне реакции до 2500-3000 °С при помощи зарядов взрывчатого вещества (с учетом увеличения давления).
2. Для снижения температуры перегретого пара, полученного в результате реакции и достижения необратимости реакции установить на аэростате баллон – охладитель с водой, которая при взрыве распылится над зоной реакции.
3. При получении в результате реакции не осадков, а облака, произвести дополнительное засеивание его метеосредствами.

Зону применения устройства было предложено нацелить в первую очередь на предварительную борьбу с возгораниями, то есть пролив зон предполагаемого распространения пожара и на борьбу с малыми возгораниями, а также со степными пожарами.

Эти ограничения основаны на необходимости снижения воздействий вихревых восходящих потоков от огня.

Для применения системы было бы интересно понять, каковы размеры того аэростата, который можно применить для этой цели.

Если речь идет о водородном аэростате, то, взяв за аналог английский дирижабль *R 101* (рис. 1), можно надеяться получить аппарат длиной 237 м, объемом 160.000 м³ и подъемной силой около 45 метрических тонн. Так как речь идет об аэростате, то можно отказаться от двигателей (15,4 т.) и сильно – примерно в 1,5 раза уменьшить размеры баллона. Еще некоторый выигрыш можно получить при переходе на современные материалы и отказе от гондолы.

При этом водород в баллоне пойдет на создание воды в виде перегретого пара, а вода в цистерне с одной стороны балансирует аэростат в полете, а с другой – охлаждает пар и останавливает реакцию преобразования. Если предположить, что цистерна содержит 40 т воды, а водород обеспечивает ей нулевую плавучесть, то, исходя из формулы воды, можно понять, что в идеальном случае в результате реакции будет получено около 60 т. осадков.

Отметим также, что возможны серьезные затруднения при разработке схем подрыва крупных объемов водорода.

В этом разрезе следует обратить внимание на средние и малые аэростаты мягкого типа и приводить их к месту тушения в сцепке.

Очевидно, что аэростат столь больших размеров вряд ли может быть мягким. Поэтому стоит подбирать аналоги меньших размеров и проводить «засевание» площадей буксируемые аэростатами или сплав их по воздушным потокам без буксировки.

Рассмотрим некоторые варианты средних и малых дирижаблей и аэростатов.

Современные дирижабли и аэростаты

В числе специализированных организаций в интересующей нас области можно назвать НПО "Авгур - Росаэросистемы" и группу компаний "НПО "Авгур – Росаэросистемы", представленные, в частности, на Международном авиационно-космическом салоне с пресс-конференцией в текущем году по теме "Стремительное развитие воздухоплавательной отрасли". С основной информацией на пресс-конференции выступил председатель совета директоров группы компаний "НПО "Авгур – Росаэросистемы" Г. Верба. Выступил и вице-президент фирмы ЗАО "Воздухоплавательный центр "Авгур" М. Талесников. Используем полученную информацию [6].

Дирижабль нового поколения АТЛАНТ

АТЛАНТ – внеаэродромный транспорт, не нуждающийся в какой-либо транспортной инфраструктуре. При создании АТЛАНТа приходится решать многие задачи – внеэллипсовая эксплуатация, без ангара, для чего на дирижабле устанавливается каркас из композитов. Технической особенностью АТЛАНТа является его самобалансируемость: он становится тяжелее или легче воздуха при воздействии на органы управления и при погрузке-выгрузке грузов нет необходимости работы с балластом. Кроме того, по дальности полета новая транспортная система на основе АТЛАНТа позволит обеспечить досягаемость большинства сегодня труднодоступных районов и регионов России (рис. 2).

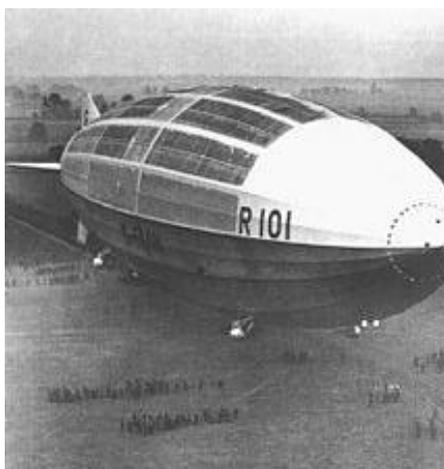


Рисунок 1 – Английский дирижабль R 101



Рисунок 2 – Дирижабль АТЛАНТ

Сегодня в рамках концепции разрабатываются два аппарата АТЛАНТ грузоподъемностью на 16 и 60 тонн. Перевозка грузов предусматривается во внутреннем грузовом отсеке с размерами 6х8х24 м для 16-тонного аппарата и на внешней подвеске.

Дирижабль АТЛАНТ по грузообороту (по сообщениям разработчиков) заменит пять вертолетов Ми-8 при налете 2000 часов в год и окупается за 3-4 года при экономии примерно \$8 млн. в год. АТЛАНТ поднимает больше груза, а стоимость летного часа почти в три раза дешевле, чем у Ми-8. Стоимость тонно-км в восемь раз меньше. Это является источниками дополнительной прибыли для эксплуатанта, причем в той "нише", где вертолеты не могут работать – при грузах более 20 т и на дальности до 500 км.

Аэростаты «Пума» и «Лев»

Аэростат "Пума" находится в воздухе непрерывно более 35 суток. Объем привязных аэростатов от 100 куб.м до 12 тысяч куб.м.

Аэростат "Лев" объемом порядка 20 тысяч куб.м. Он будет поднимать РЛС на высоту более 4500 м, общий вес оборудования составит порядка 2500 кг, а его энергопотребление – 35-40 кВт.

Несущие аппараты мягкого типа

Несущие аппарат группы компаний "НПО "Авгур – Росаэросистемы мягкого типа сегодня представлены по-прежнему широко. Пример такого аппарата показан на рис. 4.



Рисунок 3 – Аэростат «Пума»



Рисунок 4 – Пример аппарата мягкого типа

Концепция конструкции предлагаемой транспортной системы

Внешний облик предлагаемой транспортной системы изображен на рис. 5 А,Б.

Конструкция представляет собой жестко взаимосвязанные несущий аппарат легче воздуха (аэростат) – одинарный (рис. 4Б внизу) или сдвоенный (рис. 4Б вверху) – нижнего расположения и водяная цистерна (в гибкой оболочке) верхнего расположения.

При цилиндрических аэростатах водяная цистерна также удлинена (рис. 4 ,Б вверху); при шарообразном аэростате – выполнена кольцевой.

Вывод

В настоящее время теоретические основы реакций формирования воды из водорода и атмосферного воздуха существуют и подтверждены лабораторной практикой. Не хватает лишь опытов по увеличению системы. Авторы концепции не могут проводить дальнейшие опыты по юридическим причинам, поскольку это связано с применением взрывчатых веществ.

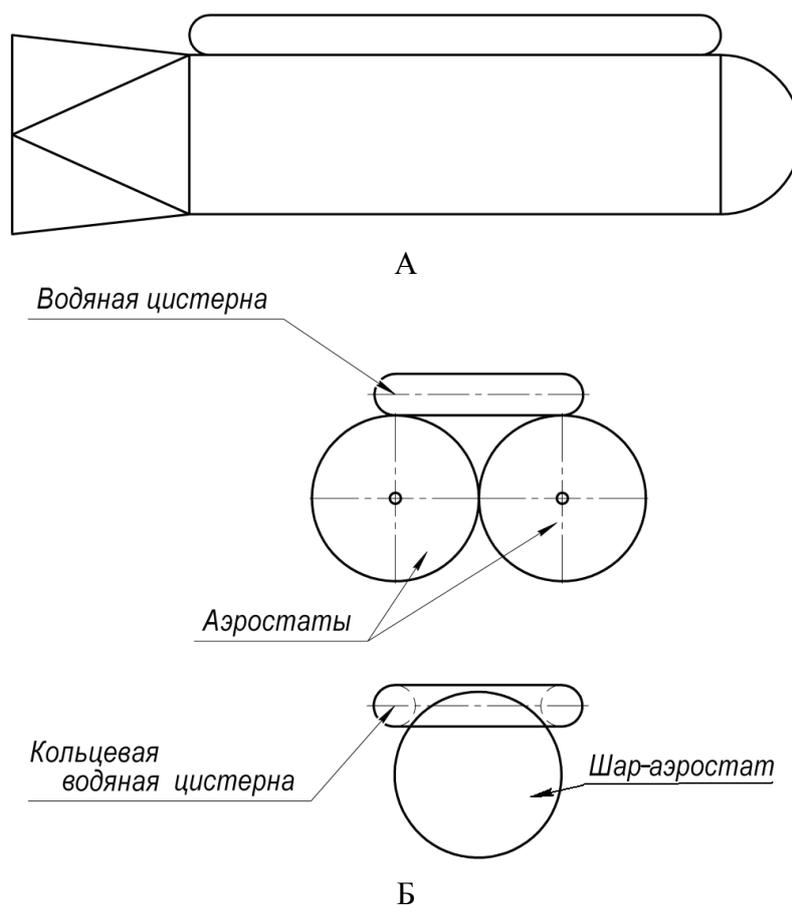


Рисунок 5 – Схемы (варианты) несущих ЛА мягкого типа: виды сбоку (А) и спереди (Б)

Список литературы

1. Большая Энциклопедия Нефти Газа. Реакция – образование – вода // Доступно на: <http://www.ngpedia.ru/id385581p2.html>.
2. Некрасов Б. Н. Основы общей химии. М.: Изд-во «Химия», 1973.
3. Химия. Химическое равновесие // Доступно на: <http://subscribe.ru/archive/job.education.newrepetitor/200412/14112526.html>.
4. Химия. Элементы таблицы Менделеева: Реферат // Доступно на: http://www.znaj.ru/html/8391_25.html.
5. Химическое равновесие: Реферат // Доступно на: <http://lib.rin.ru/doc/i/45544p2.html>.
6. Авгурь. РосАэроСистемы // Интернет-ресурс: <http://rosaerosystems.ru/airships/>.

СИСТЕМЫ РАННЕГО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ БЛИЗОСТИ ЗЕМЛИ ДЛЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Рубцов Евгений Андреевич – кандидат технических наук, доцент кафедры радиоэлектронных систем ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации

Опарин Александр Иванович – инженер радионавигации, радиолокации и связи Санкт-Петербургского центра ОВД, филиал «Аэронавигация Северо-Запада», ФГУП «Госкорпорация по ОрВД»

Аннотация. Рассмотрены системы раннего предупреждения близости земли. Проанализирована возможность применения этих систем для беспилотных летательных аппаратов. Предложена система раннего предупреждения близости земли для малых беспилотных летательных аппаратов.

Ключевые слова: система раннего предупреждения близости земли, TAWS, EGPWS, беспилотный летательный аппарат, станция внешнего пилота.

GROUND PROXIMITY WARNING SYSTEMS FOR UNMANNED AERIAL VEHICLES

Rubtsov Evgeny A. – PhD in Engineering, Associate Professor, Department of Radio electronic systems, Saint- Petersburg State University of Civil Aviation

Oparin Alexander I. – Engineer of radio navigation, radar and communication, Saint- Petersburg ATM center, branch “North-West Air Navigation”, Federal State Unitary Enterprise “State ATM Corporation”

Abstract. Ground proximity warning systems are considered. Analyzed the possibility of using these systems for unmanned aerial vehicles. Suggested ground proximity warning system for small unmanned aerial vehicles.

Keywords: ground proximity warning system, TAWS, EGPWS, unmanned aerial vehicle, external pilot station.

Беспилотные авиационные системы – бурно развивающаяся отрасль, однако, несмотря на многолетние исследования и наличие большого количества эксплуатируемых беспилотных летательных аппаратов (БЛА), пока что остается еще довольно много вопросов и нерешенных проблем. Одной из таких проблем является обеспечение предотвращения столкновения БЛА с землей, иными словами, разработка и внедрения для БЛА систем раннего предупреждения близости земли (СРПБЗ).

В пилотируемой авиации широко применяются системы GPWS (ground proximity warning system), EGPWS (enhanced ground proximity warning system) и TAWS (terrain awareness and warning system) [1].

Система GPWS была разработана в 70-е годы. Она использовала сигналы радиовысотомера и в случае необходимости выдавала команды экипажу. Недостатком системы GPWS является сравнительно небольшое время для принятия решения, вследствие чего экипаж мог получить предупреждающий сигнал, но не успевал на него среагировать.

Система TAWS построена по схожему с GPWS принципу с той разницей, что вместо радиовысотомера используется информация о высоте полета от спутниковой системы навигации. Системой TAWS, как правило, оснащают малые воздушные суда, не способные нести на борту оборудование радиовысотомера.

Наиболее совершенной является система EGPWS. Она использует данные радиовысотомера, бортовой радиолокационной станции, а также аппаратуры спутниковой навигации. В память бортового компьютера загружается карта рельефа местности (для ряда регионов предоставляется информация и об искусственных препятствиях), что позволяет произвести оценку рельефа местности в направлении полета. Современные системы EGPWS предоставляют экипажу информацию о сдвиге ветра (данные от наземного метеолокатора приходят на борт по цифровой линии связи). Система EGPWS позволяет улучшить осведомленность экипажа относительно наземных препятствий и увеличить запас времени на необходимый маневр. Она устанавливается на магистральных самолетах как зарубежного, так и отечественного производства, например Ту-204 и выполняет следующие задачи [2]:

- предупреждает экипаж об опасном сближении с землей и напоминает о действиях, которые необходимо предпринять для предотвращения столкновения;
- сообщает о потенциальной возможности столкновения с землей (функция оценки впереди лежащего рельефа);
- сообщает о преждевременном снижении в зоне аэродрома;
- оповещает о снижении самолета до высоты 150 м;
- выдает информацию на индикатор навигационной обстановки для построения цветного изображения рельефа местности, которая находится над высотой полета самолета или ниже высоты полета не более 600 м;
- индицирует цифровые значения максимальной и минимальной высот рельефа.

Стоит отметить, что с 1 января 2005 года ИКАО ввело обязательное требование наличия системы раннего предупреждения приближения земли на всех самолетах с газотурбинными двигателями с максимальной разрешенной взлетной массой более 5700 кг или разрешенным к перевозке 9 и более человек. В Европе наличие TAWS (EGPWS) на борту обязательно с 1 января 2007 года.

Рассмотрим возможность применения перечисленных систем раннего предупреждения близости земли для беспилотных летательных аппаратов. В настоящее время контроль за параметрами полета возложен на оператора БЛА (внешнего пилота по терминологии ИКАО). Существуют системы, отслеживающие вертикальную скорость и выдающие сигнал предупреждения в случае опасного маневра, однако основную роль по оценке ситуации и выстраиванию траектории полета выполняет оператор. Это позволяет сделать вывод о необходимости внедрения специальных унифицированных систем предупреждения близости земли, как это имеет место быть в пилотируемой авиации.

Ситуацию осложняет факт большого разнообразия типов и классов БЛА, а также большой разброс характеристик аппаратов. В настоящее время не существует единого стандарта в разделении БЛА по взлетной массе. Авторы публикаций, вводя понятия «малый аппарат», «средний аппарат» и т.д., как правило, создают свою классификацию, которая у разных авторов различается [3,4,5].

Для решения задачи разработки СРПБЗ введем условное деление БЛА на тяжелые, средние и малые. Тяжелыми будем называть аппараты, снабженные вычислительной системой самолетовождения и способные нести на борту полноценную навигационную систему, радиовысотомер и бортовую радиолокационную станцию. Тяжелые БЛА смогут выполнять задачи, которые в настоящее время под силу только пилотируемой авиации, а также ряд специфических задач, недоступных пилотируемой авиации (например, полеты в зоне радиоактивного заражения и др.). Взлетная масса таких аппаратов должна составлять как минимум несколько тонн. В настоящее время тяжелые аппараты находятся на стадии проектирования.

Средние БЛА оборудованы бортовым компьютером, способны определять свое местоположение по сигналам глобальной спутниковой навигационной системы. Взлетная масса средних БЛА составляет десятки и сотни килограмм, поэтому навигационное оборудование таких аппаратов сведено до необходимого минимума. В настоящее время средние БЛА являются наиболее быстро развивающимся сектором беспилотной авиации.

Малые БЛА как правило управляются внешним пилотом, либо внешней системой автоматического управления (в случае применения роботизированных систем). Такие аппараты либо не имеют бортовой системы управления полетом, либо оснащены упрощенной системой масса и габариты которой определяются характеристиками БЛА. Малые БЛА совершают полеты в зоне прямой видимости, на малые расстояния и на время, не превышающее несколько десятков минут. Взлетная масса таких аппаратов составляет сотни грамм и единицы килограмм. На раннем этапе развития беспилотной авиации малые БЛА составляли основную массу аппаратов, затем их постепенно вытеснили средние БЛА, способные выполнять более сложные и разнообразные задачи. В настоящее время интерес к малым БЛА вновь возрастает в связи с возможностью выполнять полет в виде роя с большим количеством аппаратов.

Тяжелые БЛА способны нести такое же оборудование, как и пилотируемые ВС. Таким образом, установка системы EGPWS не должна встретить серьезных препятствий ни для дистанционно пилотируемого аппарата, ни для аппарата с частично автоматической или полностью автоматической системой управления полетом.

Средние БЛА, в силу ограничений по массе бортовых приборов, могут быть оснащены только системой TAWS. Однако практика применения легких самолетов типа Diamond DA-40 и DA-42 показала, что оснащение воздушных судов системой TAWS позволяет обеспечить требуемый уровень безопасности даже при условии отсутствия радиовысотомера и бортовой радиолокационной станции.

Наибольшую сложность представляет разработка СРПБЗ для малых беспилотных летательных аппаратов. Малые БЛА, как правило, не имеют бортовой аппаратуры спутниковой навигации для определения своих координат и высоты, а также не могут быть оснащены достаточно мощным бортовым компьютером, способным производить оценку рельефа местности в направлении полета. Кроме того, специфика полета таких аппаратов предполагает перемещение среди зданий, линий электропередач, деревьев и других препятствий. Для облегчения работы внешнего пилота и обеспечения возможности автоматического контроля полета одного или нескольких малых БЛА необходимо разработать систему, работающую на принципиально иных принципах.

В основе СРПБЗ для малых аппаратов должна лежать высокоточная система наблюдения, состоящая из видеокамер, а также систем определения пеленга и дальности по сигналам БЛА. В связи с возможностью быстрого изменения направления полета БЛА, такая система должна обладать достаточно высокой частотой обновления информации (с периодом от одной до нескольких секунд). Информация от системы наблюдения должна поступать на пульт управления внешнего пилота и обрабатываться совместно с данными об управляющих командах самого пилота. Таким образом, на станции внешнего пилота возможно воссоздание аналога системы EGPWS, работающего по следующему принципу:

- 1) по данным высокоточной системы наблюдения определяется местоположение БЛА и его вектор скорости;
- 2) по данным о командах внешнего пилота делается прогноз дальнейшего движения БЛА на определенный временной интервал;
- 3) по данным цифровой модели рельефа, загруженной в память станции внешнего пилота, оценивается рельеф местности в направлении полета;
- 4) внешнему пилоту (или системе автоматического управления полетом БЛА) поступает информация в виде уведомлений, предупреждений и команд, позволяющих уменьшить риск столкновения с землей и препятствиями.

Так как ограничения на массу и вычислительные ресурсы для станции внешнего пилота практически не налагаются, можно полностью вывести за пределы БЛА системы наблюдения, навигации и СРПБЗ. Стоит, однако, отметить, что данный подход потребует создания распределенной высокоточной системы наблюдения и обеспечения высокоскоростного и надежного канала связи, имеющего механизмы защиты от преднамеренного и непред-

намеренного внешнего воздействия. В случае потери связи аппарат, в силу своих размеров не имеющий каких-либо средств автономного пилотирования, потеряет управление и получит повреждения, не позволяющие продолжить полет.

Список литературы

1. Радиотехническое обеспечение полетов воздушных судов и авиационная электро-связь / С.А. Кудряков, В.К. Кульчицкий, Н.В. Поваренкин, В.В. Пономарев, Е.А. Рубцов, Е.В. Соболев, Б.А. Сушкеви. Санкт-Петербург: Свое Издательство. 2016. 287 с.
2. Самолет Ту-204-300. Руководство по летной эксплуатации. Книга первая. Москва, ОАО «Туполев». 2005. 2000 с.
3. Алешин Б.С., Суханов В.Л., Шибяев В.М. Обеспечение безопасности полетов беспилотных авиационных систем в едином воздушном пространстве // Ученые записки ЦАГИ. 2011. № 6. С. 73–83.
4. Беспилотные авиационные системы / С.А. Кудряков, В.Р. Ткачев, Г.В. Трубников, В.И. Кисличенко. Санкт-Петербург: Свое Издательство. 2015. 121 с.
5. Handbook of unmanned aerial vehicles. Springer Science+Business Media, Dordrecht, 2015. 3015 p.

Информация об авторах

Агоштон Решташ – доцент, начальник кафедры предотвращения пожаров и управления спасательными операциями Института управления при ЧС Национального университета Государственной службы.

Адрес: H-1083, Budapest, Ludovika tér 2, Hungary, Budapest.

E-mail: Restas.Agoston@uni-nke.hu

Аксенов Владимир Алексеевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой техносферной безопасности Российской открытой академии транспорта ФГБОУ ВО Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II.

Адрес: 127994, Россия, г. Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9.

Аланин Владимир Владимирович – аспирант, ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I.

Адрес: 191023, Россия, г. Санкт-Петербург, пл. Островского, д. 2.

E-mail: vasia_ivano1990@mail.ru

Альмахрук Мухиб Мухамед – аспирант ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина), Иордания.

Адрес: 197022, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 5.

Апталаев Марат Назимович – старший преподаватель Лысьвенского филиала Пермского национального исследовательского политехнического университета.

Адрес: 618900, Пермский край, г. Лысьва, пр. Победы, д. 2.

E-mail: aptalaev_lfpstu@mail.ru

Артамонов Виктор Викторович – эксперт инженерного проектирования сложных систем защиты Международной Федерации независимых экспертов (ИФОИЕ), Латвия, Рига

Адрес: ИФОИЕ, Латвия, г. Рига, ул. Тургенева, д. 21А, LV-1050.

E-mail: artamonov.artvic@yandex.com

Бадецкий Александр Петрович – кандидат технических наук, доцент кафедры логистики и коммерческой работы ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I.

Адрес: 190031, Россия, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9. E-mail: alexandr.badetsky@yandex.ru

Бартов Павел Сергеевич – Магистр наук от Миланского Политехнического университета, Милан, Италия; Магистр Архитектуры от УГАХУ Екатеринбург, Россия, Архитектор в компании B-GROUP, Екатеринбург-Милан.

Адрес: B-GROUP, 20124 Via P.Castaldi 32. Milan, Italy. E-mail: bartov_pavel@mail.ru

Беляев Сергей Алексеевич – кандидат технических наук, доцент кафедры математического обеспечения и применения ЭВМ ФГАОУ ВО Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» им.В.И. Ульянова (Ленина).

Адрес: 197022, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, 5.

E-mail: beliaev@nicetu.spb.ru

Бородулин Владимир Ильич – кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО Самарский государственный университет путей сообщения.

Адрес: 443066, Россия, г. Самара, ул. Свободы, д. 2 В. E-mail: kazhm.olya@mail.ru

Бояршинов Анатолий Леонидович – кандидат технических наук, заведующий сектором отдела ритмологии и эргономики северной техники Якутского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук

Адрес: 677980, Россия, Республика Саха (Якутия), г. Якутск, ул. Петровского, д. 2. E-mail: boyarshinov52@mail.ru

Буслаева Ирина Ивановна – кандидат технических наук, доцент, заведующий отделом ритмологии и эргономики Якутского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук.

Адрес: 677980, Россия, Республика Саха (Якутия), г. Якутск, ул. Петровского, д. 2. E-mail: buslajeva@mail.ru

Васильев Алексей Борисович – кандидат технических наук, доцент кафедры управления эксплуатационной работой ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I.

Адрес: 190031, Россия, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9.

E-mail: avasilev@pgups.ru

Васьков Виктор Тихонович – кандидат технических наук, администрация Губернатора Санкт-Петербурга.

Адрес: 191060, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Смольного, д. 3.

Вейко Вадим Павлович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой лазерных технологий и систем Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики.

Адрес: 197101, Россия, г. Санкт-Петербург, Кронверкский проспект, д. 49. E-mail: veiko@lastech.ifmo.ru

Вельмин Сергей Александрович – проректор по административно-хозяйственной работе ФГБОУ ВО Самарский государственный университет путей сообщения.

Адрес: 443066, Россия, г. Самара, ул. Свободы, д. 2В. E-mail: velmin@samgups.ru

Внукова Наталия Владимировна – доктор технических наук, профессор, заместитель заведующего кафедрой экологии Харьковского национального автомобильно-дорожного университета, Украина.

Адрес: 61002, Украина, г. Харьков, ул. Ярослава Мудрого, д. 25.

E-mail: vnukovavn@ukr.net

Константинович Волков Александр – ассистент кафедры обеспечения авиационной безопасности ФГБОУ ВО Ульяновского института гражданской авиации имени главного маршала авиации Б.П. Бугаева.

Адрес: 432071, Россия, г. Ульяновск, ул. Можайского, д. 8/8.

E-mail: oabuvauga@mail.ru

Гаврилов Игорь Авенирович – начальник отделения ФГУП Государственный научно-исследовательский институт прикладных проблем.

Адрес: 191167, Россия, г. Санкт-Петербург, наб. Обводного канала, д. 29.

Галкина Юлия Евгеньевна – кандидат экономических наук, доцент, ассистент кафедры менеджмента Муромского института - филиала ФГБОУ ВО Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых.

Адрес: 602264, Владимирская область, г. Муром, ул. Орловская, д. 23.

E-mail: galkin_aa.lan@mail.ru

Гаранин Максим Алексеевич – кандидат технических наук, доцент проректор по учебной работе ФГБОУ ВО Самарского государственного университета путей сообщения.

Адрес: 443066, Россия, г. Самара, ул. Свободы, д. 2 В. E-mail: garanin@samgups.ru

Грачев Андрей Александрович – кандидат технических наук, доцент кафедры управления эксплуатационной работой ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I.

Адрес: 190031, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9.

E-mail: aagrachev@outlook.com

Гвоздик Михаил Иванович – кандидат технических наук, профессор, профессор кафедры прикладной математики и информационных технологий ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университета ГПС МЧС России.

Адрес: 196105, Россия, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 149. E-mail: mgvzdik@rambler.ru

Головин Данила Вячеславович – магистрант кафедры автомобилей и технологических машин Пермского национального исследовательского политехнического университета.

Адрес: 614013, Россия, Пермский край, г. Пермь, ул. Академика Королева 19а. E-mail: gdv@pstu.ru

Грошев Геннадий Максимович – доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I.

Адрес: 190031, Россия, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9.

E-mail: spbgroshev@gmail.com

Дементьева Юлия Васильевна – аспирант, старший преподаватель, руководитель отдела охраны труда ФГБОУ ВО Самарский государственный университет путей сообщения.

Адрес: 443066, Россия, г. Самара, ул. Свободы, д. 2В. E-mail: yulia_dementyeva@bk.ru

Демидов Николай Николаевич – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры инжиниринга силовых установок и транспортных средств Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого.

Адрес: 195251, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29.

E-mail: ndemidov51@mail.ru

Джахьяева Светлана Борисовна – кандидат технических наук, доцент кафедры техники и технологии наземного транспорта ФГБОУ ВО Астраханский государственный технический университет.

Адрес: 414025, Россия, г. Астрахань, ул. Татищева, д. 16. E-mail: ttnt@astu.org

Добрецов Роман Юрьевич – кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры инжиниринга силовых установок и транспортных средств Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого.

Адрес: 195251, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29.

E-mail: dr-idro@yandex.ru

Евстафьев Андрей Михайлович – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой электрической тяги ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I.

Адрес: 190031, Россия, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9.

Ефименко Алла Николаевна – кандидат технических наук, доцент кафедры технической эксплуатации автомобилей Донецкой академии автомобильного транспорта.

Адрес: 83086, г. Донецк, пр. Дзержинского, д. 7. E-mail: alla.yefimenko@yandex.ru

Жанказиев Султан Владимирович – доктор технических наук, профессор, проректор по научной работе, заведующий кафедрой организации и безопасности движения ФГБОУ ВО Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ).

Адрес: 125319, Россия, г. Москва, Ленинградский проспект, д. 64.

E-mail: sultanv@mail.ru

Жебанов Александр Владимирович – старший преподаватель кафедры «Вагоны» ФГБОУ ВО Самарский государственный университет путей сообщения.

Адрес: 443066, Россия, г. Самара, ул. Свободы, д. 2В. E-mail: zhebanov@inbox.ru

Желновач Анна Николаевна – кандидат технических наук, доцент кафедры экологии Харьковского национального автомобильно-дорожного университета.

Адрес: 61002, Украина, г. Харьков, ул. Ярослава Мудрого, д. 25.

E-mail: zhelnovach84@gmail.com

Забудский Алексей Юрьевич – инженер кафедры организации и безопасности движения ФГБОУ ВО Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ).

Адрес: 125319, Россия, г. Москва, Ленинградский проспект, д. 64.

E-mail: azabudsky1@gmail.com

Зенин Роман Евгеньевич – магистрант кафедры экономической теории и менеджмента ФГБОУ ВО Московского государственного университета путей сообщения Императора Николая II.

Адрес: 127994, Россия, г. Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9. E-mail: zre717@me.com

Зенина Надежда Николаевна – кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента и управления персоналом организации ФГБОУ ВО Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II.

Адрес: 127994, Россия, г. Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9. E-mail: znn1@yandex.ru

Зуб Игорь Васильевич – кандидат технических наук, профессор кафедры технологии, эксплуатации и автоматизации работ портов ФГБОУ ВО Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова.

Адрес: 198035, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Двинская, д. 5/7.

E-mail: zubiv@gumrf.ru

Ежов Юрий Евгеньевич – кандидат технических наук, доцент, директор института водного транспорта, заведующий кафедрой технологии, эксплуатации и автоматизации работ портов ФГБОУ ВО Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова.

Адрес: 198035, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Двинская, д. 5/7.

E-mail: ezhovye@gumrf.ru

Еид Муса Мухамед – кандидат технических наук, доцент, кафедра информационно-измерительных систем и технологий ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им.В.И. Ульянова (Ленина), Сирийская Арабская Республика.

Адрес: 197022, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 5.

Иванов Александр Юрьевич – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры переподготовки и повышения квалификации специалистов ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

Адрес: 196105, Россия, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 149. E-mail: alexandr.y@mail.ru

Иванов Сергей Александрович – заместитель начальника института профессиональной подготовки ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

Адрес: 196105, Россия, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 149.

Илесалиев Дауренбек Ихтиярович – кандидат технических наук, ассистент кафедры транспортной логистики и сервиса Ташкентского института инженеров железнодорожного транспорта, Республика Узбекистан.

Адрес: 100067, Узбекистан, г. Ташкент, Мирабадский р-н, ул. Адылходжаева, д. 1. E-mail: ilesaliev@mail.ru

Ишков Александр Михайлович – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры горных машин Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова.

Адрес: 677000, Россия, Республика Саха (Якутия), г. Якутск, ул. Белинского, д. 58. E-mail: am.ishkov@s-vfu.ru

Кажметьева Ольга Владимировна – студент ФГБОУ ВО Самарский государственный университет путей сообщения.

Адрес: 443066, Россия, г. Самара, ул. Свободы, д. 2В. E-mail: kazhm.olya@mail.ru

Кашталинский Александр Сергеевич – преподаватель кафедры организации и безопасности движения ФГБОУ ВО Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия.

Адрес: 644080, Россия, г. Омск, пр. Мира, д. 5. E-mail: ask1188@mail.ru

Киселенко Анатолий Николаевич – доктор технических наук, доктор экономических наук, профессор, заведующий лабораторией проблем транспорта Института социально-

экономических и энергетических проблем Севера Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук.

Адрес: 167982, Россия, Республика Коми, г. Сыктывкар, ГСП-2, ул. Коммунистическая, д. 26. E-mail: kiselenko@iespn.komisc.ru

Кияница Лаврентий Александрович – инженер, аспирант лаборатории рудничной аэродинамики ФГБУН Институт горного дела им. Н.А. Чинакала Сибирского отделения Российской академии наук.

Адрес: 630091, Россия, г. Новосибирск, Красный проспект, д. 54. E-mail: kla00@yandex.ru

Клименко Елена Николаевна – аспирант ФГБОУ ВО Самарский государственный университет путей сообщения.

Адрес: 443066, Россия, г. Самара, ул. Свободы, д. 2В.

Ковалев Константин Евгеньевич – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры управления эксплуатационной работой ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I.

Адрес: 190031, Россия, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 9. E-mail: kovalev_kostia@mail.ru

Кожушко Герман Георгиевич – доктор технических наук, профессор кафедры подъемно-транспортных машин и роботов ФГАОУ ВО Уральский Федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина.

Адрес: 620002, Россия, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19. E-mail: ptm@mmf.ustu.ru

Козьмовский Дмитрий Васильевич – кандидат технических наук, старший научный сотрудник ФГБУН Институт проблем транспорта имени Н. С. Соломенко Российской академии наук.

Адрес: 199178, Россия, г. Санкт-Петербург, 12 линия В.О., д. 13.

E-mail: kodmee@gmail.com

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

Адрес: 199178, Россия, г. Санкт-Петербург, 12 линия В.О., д. 13.

E-mail: kokyrinim@mail.ru

Комашинский Владимир Ильич – доктор технических наук, доцент, заместитель директора по научной работе ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук.

Адрес: 199178, Россия, г. Санкт-Петербург, 12 линия В.О., д. 13.

E-mail: kama54@rambler.ru

Комашинский Дмитрий Владимирович – кандидат технических наук, старший исследователь F- Secure Corporation, Helsinki, Finland. www.f-secure.com. E-mail: kama54@rambler.ru

Корбан Валерий Васильевич – кандидат технических наук, доцент, кафедра «Вагоны» ФГБОУ ВО Самарский государственный университет путей сообщения.

Адрес: 443066, Россия, г. Самара, ул. Свободы, д. 2В. E-mail: korban42@mail.ru

Коркина Светлана Владимировна – кандидат технических наук, и.о. заведующего кафедрой «Вагоны» ФГБОУ ВО Самарский государственный университет путей сообщения.

Адрес: 443066, Россия, г. Самара, ул. Свободы, д. 2В. E-mail: korkina70@mail.ru

Коровяковский Евгений Константинович – кандидат технических наук, заведующий кафедрой логистики и коммерческой работы ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I.

Адрес: 190031, Россия, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9.

E-mail: ekorsky@mail.ru

Королев Олег Александрович – научный сотрудник лаборатории проблем безопасности транспортных систем ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук.

Адрес: 199178, Россия, г. Санкт-Петербург, 12 линия В.О., д. 13.

E-mail: olegello@bk.ru

Костенко Владимир Васильевич – кандидат технических наук, доцент кафедры железнодорожных станций и узлов ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I.

Адрес: 190031, Россия, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9.

E-mail: +79219461869@yandex.ru

Костикова Елена Валентиновна – кандидат технических наук, доцент, кафедра математического моделирования и прикладной информатики ФГБОУ ВО Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова.

Адрес: 198035, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Двинская, д. 5/7.

Котов Степан Александрович – студент факультета летной эксплуатации по профилю «Летная эксплуатация гражданских воздушных судов» ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации.

Адрес: 196210, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Пилотов, д. 38. E-mail: stepan_kotov_1987@mail.ru

Крунич Таня – PhD, преподаватель Высшей технической школы, г. Нови Сад (Сербия).

Адрес: Visoka tehnička škola strukovnih studija, Školska 1, 21000 Novi Sad, Serbia.

E-mail: krunic@vtsns.edu.rs

Крылатов Александр Юрьевич – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математического моделирования энергетических систем Санкт-Петербургского государственного университета.

Адрес: 198504, Россия, г. Санкт-Петербург, Петергоф, Университетский просп., д. 35.

E-mail: aukrylatov@yandex.ru

Крылов Юрий Евгеньевич – кандидат технических наук, старший научный сотрудник ФГБУН Институт проблем транспорта Российской академии наук.

Адрес: 199178, Россия, г. Санкт-Петербург, 12 линия В.О., д. 13.

E-mail: info@iptran.ru

Кудряков Сергей Алексеевич – доктор технических наук, заведующий кафедрой радиоэлектронных систем ФГБОУ ВО Санкт-Петербургского государственного университета гражданской авиации.

Адрес: 196210, Россия, Санкт-Петербург, ул. Пилотов, д. 38.

E-mail: psi_center@mail.ru

Кульчицкий Валерий Казимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры радиоэлектронных систем ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации.

Адрес: 196210, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Пилотов, д. 38. E-mail: v-kulchitskiy@mail.ru

Левин Дмитрий Юрьевич – доктор технических наук, профессор кафедры управления эксплуатационной работой и безопасностью на транспорте ФГБОУ ВО Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II.

Адрес: 127994, г. Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9. E-mail: levindu@yandex.ru

Лемешкова Алеся Валерьевна – младший научный сотрудник Московского отдела ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук.

Адрес: 199178, Россия, г. Санкт-Петербург, 12 линия В.О., д. 13.

E-mail: aleslemesh@mail.ru

Ложкин Владимир Николаевич – доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

Адрес: 196105, Россия, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 149.

E-mail: vnlojkin@yandex.ru

Ложкина Ольга Владимировна – кандидат химических наук, доцент ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

Адрес: 196105, Россия, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 149.

E-mail: olojkina@yandex.ru

Лозин Андрей Васильевич – заведующий лабораторией автомобилей и гусеничных машин Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого.

Адрес: 195251, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29.

E-mail: lozin@pef.spbstu.ru

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

Адрес: 199178, Россия, г. Санкт-Петербург, 12 линия В.О., д. 13. E-mail: luol@mail.ru

Лукьянов Александр Сергеевич – доктор экономических наук, профессор, консультант по управлению Русского Академического общества Эстонии, Эстония, Таллин.

Адрес: Russian Academic Society of Estonia, Erika 7a, Tallinn, 10416, Estonia.

E-mail: aclukjanov@mail.ru

Макаров Василий Викторович – генеральный директор, АНО ДПО «Центр подготовки специалистов беспилотных систем».

Адрес: 195220, Россия, г. Санкт-Петербург, проспект Непокорённых, д. 17, корпус 4, лит. В. E-mail: w11@km.ru

Макарова Эвелина Сергеевна – аспирант кафедры подъемно-транспортных машин и роботов ФГАОУ ВО Уральский Федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина.

Адрес: 620002, Россия, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19. E-mail: eve90@mail.ru

Малащук Петр Александрович – кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории проблем транспорта Института социально-экономических и энергетических проблем Севера Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук.

Адрес: 167982, Россия, Республика Коми, г. Сыктывкар, ГСП-2, ул. Коммунистическая, д. 26. E-mail: translab@iespn.komisc.ru

Маликов Олег Борисович – доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I.

Адрес: 190031, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9. E-mail: stadnitskey@mail.ru

Малыгин Игорь Геннадьевич – доктор технических наук, профессор, директор ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук.

Адрес: 199178, Россия, г. Санкт-Петербург, 12 линия В.О., д. 13.

E-mail: malygin_com@mail.ru

Маринов Марин Любенов – кандидат технических наук, Республика Болгария, г. Варна

E-mail: marinlomsky@gmail.com

Медведев Максим Сергеевич – аспирант кафедры «Инжиниринг силовых установок и транспортных средств» Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого.

Адрес: 195251, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29.

E-mail: mms_58@mail.ru

Медведь Оксана Анатольевна – кандидат технических наук, преподаватель Санкт-Петербургского техникума железнодорожного транспорта.

Адрес: 191180, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Бородинская, д. 6.

E-mail: oa.medved@yandex.ru

Мешалов Роман Олегович – инженер радионавигации, радиолокации и связи Санкт-Петербургского центра ОрВД, филиал «Аэронавигация Северо-Запада» ФГУП «Госкорпорация по ОрВД».

Адрес: 199048, Россия, г. Санкт-Петербург, 10 линия В.О., д. 53А.

E-mail: roman.meshalov@mail.ru

Михалев Олег Александрович – кандидат технических наук, Военная академия связи им. Маршала Советского Союза имени С.М.Буденного.

Адрес: 194064, Россия, г. Санкт-Петербург, К-64, Тихорецкий проспект, д. 3.

E-mail: olemihalev@yandex.ru

Мицура Мария Александровна – руководитель направления исследования в сфере туризма и транспорта Аналитического центра НАФИ.

Адрес: 115054, Россия, г. Москва, Дубининская ул., д. 57, стр.1, офис 208. Бизнес-центр «Брент-Сити». E-mail: mitsura@nacfin.ru

Мойся Дмитрий Леонидович – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры технической эксплуатации автомобилей Донецкой академии автомобильного транспорта.

Адрес: 83086, г. Донецк, пр. Дзержинского, д. 7. E-mail: dmitrymoisia@ukr.net

Морозов Дмитрий Юрьевич – инженер кафедры организации и безопасности движения ФГБОУ ВО Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ).

Адрес: 125319, Россия, г. Москва, Ленинградский проспект, д. 64.

E-mail: tdr2004@mail.ru

Мукало Юрий Иванович – начальник отделения ФГУП Государственный научно-исследовательский институт прикладных проблем.

Адрес: 191167, Россия, г. Санкт-Петербург, набережная Обводного канала, д. 29.

Намушкина Ксения Альбертовна – слушатель ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

Адрес: 196105, Россия, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 149.

Нодь Александр Петрович – начальник поисково-спасательного подразделения Северо-Западного регионального поисково-спасательного отряда МЧС России, аспирант ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

Адрес: 196105, Россия, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 149.

E-mail: psp.psoor@mail.ru

Нургалиев Есбол Русланович – кандидат технических наук, доцент кафедры экономики и управления на водном транспорте ФГБОУ ВО Каспийский институт морского и речного транспорта.

Адрес: 414024, Россия, г. Астрахань, ул. Б. Хмельницкого, д. 3.

E-mail: Iver7@yandex.ru

Опарин Александр Иванович – инженер радионавигации, радиолокации и связи Санкт-Петербургского центра ОрВД, филиал «Аэронавигация Северо-Запада», ФГУП «Госкорпорация по ОрВД».

Адрес: 199048, Россия, г. Санкт-Петербург, 10 линия В.О., д. 53А.

E-mail: rv9xy@mail.ru

Остапченко Юрий Борисович – заслуженный испытатель космической техники, заместитель генерального директора АО «Научно-инженерный центр Санкт-Петербургского электротехнического университета».

Адрес: 194021, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 22, литера Н. E-mail: ou@nicetu.spb.ru

Павлов Сергей Николаевич – инженер, начальник сектора вооружений Научно-технического центра Общероссийской общественной организации «Союз казаков».

E-mail: pavlovkpv@mail.ru

Павлов Станислав Александрович – кандидат технических наук, научный сотрудник лаборатории рудничной аэродинамики ФГБУН Институт горного дела им. Н.А. Чинакала Сибирского отделения Российской академии наук.

Адрес: 630091, Россия, г. Новосибирск, Красный проспект, д. 54.

E-mail: pavlov_s_a@inbox.ru

Паренюк Мария Анатольевна – кандидат технических наук, доцент кафедры вагонов ФГБОУ ВО Самарский государственный университет путей сообщения.

Адрес: 443066, Россия, г. Самара, ул. Свободы, д. 2В. E-mail: mashus@inbox.ru

Пестриков Сергей Анатольевич – кандидат экономических наук, доцент кафедры автомобилей и технологических машин Пермского национального исследовательского политехнического университета.

Адрес: 614013, Россия, Пермский край, г. Пермь, ул. Академика Королева, д. 19а.

E-mail: psa@pstu.ru

Петров Андрей Анатольевич – кандидат технических наук, доцент кафедры лазерных технологий и систем Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики.

Адрес: 197101, Россия, г. Санкт-Петербург, Кронверкский проспект, д. 49. E-mail: petrovandrey79@inbox.ru

Петров Валерий Васильевич – кандидат технических наук, доцент кафедры организации и безопасности движения ФГБОУ ВО Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия.

Адрес: 644080, Россия, г. Омск, пр. Мира, д. 5. E-mail: p51@inbox.ru

Петухов Михаил Юрьевич – кандидат технических наук, декан автодорожного факультета Пермского национального исследовательского политехнического университета.

Адрес: 614013, Россия, г. Пермь, ул. Академика Королева, д. 19а. E-mail: pmu@pstu.ru

Платонов Алексей Александрович – кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II.

Адрес: 127994, Россия, г. Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9. E-mail: paa7@rambler.ru

Подсорин Виктор Александрович – доктор экономических наук, доцент, доцент кафедры экономики и управления на транспорте ФГБОУ ВО Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II.

Адрес: 127994, Россия, г. Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9. E-mail: mtk3403@mail.ru

Решетников Айяал Павлович – инженер-исследователь отдела ритмологии и эргономики северной техники Якутского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук

Адрес: 677980, Россия, г. Якутск, ул. Петровского, д. 2. E-mail: reshet_ayaal@mail.ru

Рогозинский Глеб Гендрихович – доцент, кандидат технических наук ведущий научный сотрудник ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук.

Адрес: 199178, Россия, г. Санкт-Петербург, 12 линия В.О., д. 13.

E-mail: iamoscii@gmail.com

Рубцов Евгений Андреевич – кандидат технических наук, доцент кафедры радиоэлектронных систем ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации.

Адрес: 196210, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Пилотов, д. 38.

E-mail: Rubtsov.spb.guga@rambler.ru

Рустамов Юрий Михайлович – студент факультета летной эксплуатации, профиль «Летная эксплуатация гражданских воздушных судов» ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации.

Адрес: 196210, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Пилотов, д. 38.

E-mail: yury.rustamow@yandex.ru

Саид Моджиб Абдулхаким Саиф – кандидат технических наук, профессор Йеменского национального университета, Йемен.

E-mail: kama54@rambler.ru

Семенов Александр Георгиевич – кандидат технических наук, доцент и ведущий научный сотрудник кафедры инжиниринга силовых установок и транспортных средств Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого. Директор научно-технического центра Общероссийской общественной организации «Союз казаков».

Адрес: 195251, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29.

E-mail: agentnomer117@mail.ru

Сиек Юрий Леонардович – доктор технических наук, заведующий кафедрой систем автоматического управления и бортовой вычислительной техники ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный морской технический университет.

Адрес: 190008, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Лоцманская, д. 3. E-mail: siek@mail.ru

Сорокин Константин Николаевич – адъютант Военной академии связи им. Маршала Советского Союза С.М.Буденного.

Адрес: 194064, Россия, г. Санкт-Петербург, К-64, Тихорецкий проспект, д. 3. E-mail: evil-kvark@rambler.ru

Стародубцев Алексей Евгеньевич – аспирант кафедры строительства дорог транспортного комплекса ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I.

Адрес: 190031, Россия, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 9.

E-mail: starodubsev.ae@mail.ru

Столярова Александра Анатольевна – магистрант института транспортной техники и систем управления ФГБОУ ВО Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II.

Адрес: 127994, Россия, г. Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9.

Таранцев Александр Алексеевич – доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук.

Адрес: 199178, г. Санкт-Петербург, 12 линия В.О., д. 13.

Профессор ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

Адрес: 196105, Россия, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 149.

E-mail: t_54@mail.ru

Терёшина Наталья Петровна – доктор экономических наук, профессор, заведующая кафедрой экономики и управления на транспорте ФГБОУ ВО Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II.

Адрес: 127994, Россия, г. Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9. E-mail: mtk3403@mail.ru

Тимченко Вячеслав Сергеевич – научный сотрудник лаборатории проблем организации транспортных систем ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук.

Адрес: 199178, Россия, г. Санкт-Петербург, 12 линия В.О., д. 13.

E-mail: tim4enko.via4eslav@mail.ru

Турпищева Марина Семеновна – кандидат технических наук, профессор кафедры техники и технологии наземного транспорта ФГБОУ ВО Астраханский государственный технический университет.

Адрес: 414025, Россия, г. Астрахань, ул. Татищева, д. 16. E-mail: mturpi@mail.ru

Фахми Шакиб Субхиевич – доктор технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории проблем развития транспортных систем и технологий ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук.

Адрес: 199178, Россия, г. Санкт-Петербург, 12 линия В.О., д. 13.

E-mail: shakeebf@mail.ru

Филиппов Анатолий Николаевич – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры инжиниринга силовых установок и транспортных средств Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого.

Адрес: 195251, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29.

E-mail: kgm-spb@list.ru

Фомина Ирина Валерьевна – научный сотрудник лаборатории проблем транспорта Института социально-экономических и энергетических проблем Севера Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук.

Адрес: 167982, Россия, Республика Коми, г. Сыктывкар, ГСП-2, ул. Коммунистическая, д. 26. E-mail: translab@iespn.komisc.ru

Харламов Виктор Васильевич – доктор технических наук, заведующий кафедрой электрических машин и общей электротехники Омского государственного университета путей сообщения.

Адрес: 644046, Россия, г. Омск, проспект К. Маркса, д. 35. E-mail: emoe@omgups.ru

Хомич Дмитрий Иванович – ассистент кафедры железнодорожных станций и узлов ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I.

Адрес: 190031, Россия, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9.

E-mail: dkhomich@yandex.ru

Хуторная Екатерина Викторовна – кандидат технических наук, заведующая лабораторией ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный морской технический университет.

Адрес: 190008, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Лоцманская, д. 3.

E-mail: hutorianka@yandex.ru

Цыганов Владимир Викторович – доктор технических наук, профессор, заведующий Московским отделом ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук.

Адрес: 199178, Санкт-Петербург, 12 линия В.О., д. 13. E-mail: av188958@akado.ru

Черняева Галина Владимировна – кандидат философских наук, доцент кафедры управления персоналом Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Адрес: 119991, Москва, ГСП-1, Ломоносовский проспект, д. 27, корп. 4. E-mail: chernyaevagv@mail.ru

Чижиков Эдуард Николаевич – начальник ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

Адрес: 196105, Россия, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 149.

Чирич Раде – PhD, профессор Высшей технической школы, г. Нови Сад (Сербия).

Адрес: Visoka tehnička škola strukovnih studija, Školska 1, 21000 Novi Sad, Serbia.

E-mail: ciric@vtsns.edu.rs

Чудаков Олег Евгеньевич – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры специальных информационных технологий ФГКОУ ВО Санкт-Петербургский университет МВД России.

Адрес: 198206, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Летчика Пилютова, д. 1. E-mail: Oechuda@yandex.ru

Шаманов Виктор Иннокентьевич – доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II.

Адрес: 127994, Россия, г. Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9.

E-mail: shamanov_vi@mail.ru

Шаталова Наталья Викторовна – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук.

Адрес: 199178, Россия, г. Санкт-Петербург, 12 линия В.О., д. 13.

E-mail: shatillen@mail.ru

Шевелёва Анна Анатольевна – младший научный сотрудник лаборатории проблем транспорта Института социально-экономических и энергетических проблем Севера Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук.

Адрес: 167982, Россия, Республика Коми, г. Сыктывкар, ГСП-2, ул. Коммунистическая, д. 26. E-mail: translab@iespn.komisc.ru

Шетаков Игнат Валентинович – аспирант кафедры электрических машин и общей электротехники Омского государственного университета путей сообщения.

Адрес: 644046, Россия, г. Омск, проспект Карла Маркса, д. 35.

E-mail: emoe@omgups.ru

Шилов Александр Геннадьевич – магистр факультета подготовки кадров высшей квалификации ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

Адрес: 196105, Россия, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 149.

E-mail:lllker@mail.ru

Шихова Ксения Александровна – бакалавр Санкт-Петербургского государственного университета.

Адрес: 198504, Россия, г. Санкт-Петербург, Петергоф, Университетский проспект, д. 35. E-mail: shihova.ksenia@yandex.ru

Шкитронов Михаил Евгеньевич – кандидат педагогических наук, начальник кафедры физико-химических основ процессов горения и тушения ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

Адрес: 196105, Россия, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 149.

Шкодун Павел Константинович – кандидат технических наук, доцент кафедры электрических машин и общей электротехники Омского государственного университета путей сообщения.

Адрес: 644046, Россия, г. Омск, Карла Маркса проспект, д. 35.

E-mail: emoe@omgups.ru

Шутов Иван Николаевич – кандидат педагогических наук, доцент кафедры управления эксплуатационной работой ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I.

Адрес: 190031, Россия, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 9.

E-mail: spbshutov@gmail.com

Щетина Кристина Юрьевна – студент кафедры «Вагоны» ФГБОУ ВО Самарский государственный университет путей сообщения.

Адрес: 443066, Россия, г. Самара, ул. Свободы, д. 2В.

E-mail: artyukhina.kristina@mail.ru

Энглези Ирина Павловна – кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедрой технической эксплуатации автомобилей Донецкой академии автомобильного транспорта.

Адрес: 83086, г. Донецк, пр. Дзержинского, д. 7. E-mail: rector@diat.edu.ua

Юдаев Вячеслав Владимирович – аспирант, старший преподаватель кафедры обеспечения авиационной безопасности ФГБОУ ВО Ульяновский институт гражданской авиации имени главного маршала авиации Б.П. Бугаева.

Адрес: 432071, Россия, г. Ульяновск, ул. Можайского, д. 8/8.

E-mail: oabuvauga@mail.ru

Information about authors

Agoston Restas – PhD, Habilitated Associate Professor, Head Department of Fire Prevention and Rescue Control, Institute of Disaster Management, National University of Public Service, Budapest, Hungary.

Address: National University of Public Service, H-1083 Budapest, Ludovika tér 2, Budapest, Hungary.

E-mail: Restas.Agoston@uni-nke.hu

Aksenov Vladimir A. – Doct. of Tech. Sc., Head of the Department "Technosphere safety" of the Russian Academy of public transport Moscow State University of Railway Engineering (MIIT).

Address: Obrazcova Street 9b9, Moscow, 127994, Russian Federation.

Alanine Vladimir V. – graduate student, RZD Oktyabrskaya Railway.

Address: Ostrovsky Square 2, 191023, St. Petersburg, Russian Federation.

E-mail: vasia_ivano1990@mail.ru

Alekseenko Yaroslav V. – adjunct of Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia.

Address: Moskovskiy prospekt 149, St. Petersburg, 196105, Russian Federation.

Almahrouk Muhib Muhamed – graduate student, Saint-Petersburg Electrotechnical University "LETI", Jordan

Address: Professora Popova str. 5, St. Petersburg, 197376, Russian Federation

Anglesy Irina P. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of Department «Organizations of transportations », University of Transportation Systems and Technology "Donetsk Academy of Motor Transport".

Address: Dzerzhynskogo street 7, Donetsk, 83086. E-mail: rector@diat.edu.ua

Aptalaev Marat N. – Federal State-Funded Budgetary Educational Institution of Higher Education "Perm National Research Polytechnic University".

Address: Pobedy Ave. 2, Lysva, Perm Krai, 618900, Russian Federation. E-mail: aptalaev_lfpstu@mail.ru

Artamonov Victor V. – Expert of the engineering design in complex's systems safety of the International Federation of Independent Experts (IFOIE), Latviya, Riga.

Address: IFOIE, Latviya, Riga, Turgeņeva iela 21a, LV-1050.

E-mail: artamonov.artvic@yandex.com

Badetsky Alexander P. – PhD in Technical Science, lecturer of «Logistics and commercial work» Department of Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University.

Address: Moskovsky pr. 9, Saint Petersburg, 190031, Russian Federation.

E-mail: alexandr.badetsky@yandex.ru

Bartov Pavel S. – Ural State University of Architecture and Art in Ekaterinburg, Russia, B-GROUP, Екатеринбург-Милан.

Адрес: Via P.Castaldi 32, Milan, 20124, Italy. E-mail: bartov_pavel@mail.ru

Belyaev Sergej A. – Ph.D., associate professor «Department of Computer Science and Engineering», Saint-Petersburg Electrotechnical University "LETI".

Address: Professora Popova str. 5, St. Petersburg, 197376, Russian Federation. E-mail: beliaev@nicetu.spb.ru

Boyarshinov Anatoly L. – Candidate of Technical Sciences, Head of the Department of Rhythmology and Ergonomics of Northern Machines, Yakut Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences

Address: Petrovskogo St. 2, Yakutsk, 677980, Russian Federation.

E-mail: boyarshinov52@mail.ru

Buslaeva Irina I. – PhD in Engineering, Associate Professor, Department of Rhythmology and Ergonomics of Northern Technique, Yakut Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences.

Address: Petrovskogo St. 2, Yakutsk, 677980, Russian Federation.

E-mail: buslajeva@mail.ru

Chernyaeva Galina V. – PhD, Associate Professor, Faculty of Public Administration, Department of Personnel Management, Lomonosov Moscow State University.

Address: 27-4, Lomonosovsky prospekt, GSP-1, Moscow, 119991, Russian Federation. E-mail: chernyaevagv@mail.ru

Chizhikov Eduard N. – Lieutenant General of internal troops, Head of Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia.

Address: Moskovskiy prospekt 149, St. Petersburg, 196105, Russian Federation.

Chudakov Oleg E. – Doctor of Technical Sciences, Professor, professor of the Department of Special Information Technology, Federal State Public Educational Establishment of Higher Training "Saint-Petersburg University of the Ministry of the Interior of the Russian Federation"

Address: Pilot Pilyutov St. 1, St. Petersburg, 198206, Russian Federation. E-mail: Oechuda@yandex.ru

Ćirić Rade – PhD, Professor, The Higher Education Technical School of Professional Studies in Novi Sad, Serbia.

Address: Visoka tehnička škola strukovnih studija, Školska 1, 21000 Novi Sad, Serbia.

E-mail: ciric@vtsns.edu.rs

Dementyeva Yulia V. – Postgraduate student, Senior teacher, Head of department for Working Safety of Samara State Transport University.

Address: Svoboda str. 2B, Samara, 443066, Russian Federation.

E-mail: yulia_dementyeva@bk.ru

Demidov Nicholy N. – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, "Engineering of power plants and vehicles" Department of Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University.

Address: Polytechnicheskaya str. 29, St.Petersburg, 195251, Russian Federation.

E-mail: ndemidov51@mail.ru

Dobretsov Roman Y. – PhD in Technical Sciences, Professor "Engineering of power plants and vehicles" Department of Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University.

Address: Polytechnicheskaya str. 29, St.Petersburg, 195251, Russian Federation. E-mail: dr-idpo@yandex.ru

Dzhahyaeva Svetlana B. – PhD, Assistant professor of the Department "Machinery and land transport technology", Astrakhan State Technical University.

Address: Tatishcheva str. 16, Astrakhan, 414025, Russian Federation. E-mail: ttnt@astu.org

Eid Musa Muhamed – PhD, docent, Saint-Petersburg Electrotechnical University "LETI", Syrian Arab Republic.

Address: Professora Popova str. 5, St. Petersburg, 197376, Russian Federation.

Evstafev Andrej M. – PhD, Associate Professor, Head of the department - "Electric draft" of Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University.

Address: Moskovsky pr. 9, St. Petersburg, 190031, Russian Federation.

Ezhov Yurii E. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Director of Institute of Water Transport, Head of Department of Technology, Operation and Automation of Ports, Admiral Makarov State University Maritime and Inland Shipping.

Address: Dvinskaya str. 5/7, St. Petersburg, 198035, Russian Federation.

E-mail: ezhovye@gumrf.ru

Fahmi Shakib S. – Doctor of Science (Tech.), docent, Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences, Chief Researcher of the Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Science.

Address: 12-th Line VO 13, St. Petersburg, 199178, Russian Federation. E-mail: shakeebf@mail.ru

Filippov Anatoly N. – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, "Engineering of power plants and vehicles" Department of Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University.
Address: Polytechnicheskaya st. 29, St.Petersburg, 195251, Russian Federation. E-mail: kgm-spb@list.ru

Fomina Irina V. – researcher of the Laboratory of transportation problems of Institute for Socio-Economic & Energy Problems of the North, Komi Science Centre, Ural Branch, Russian Academy of Sciences.
Address: Kommunisticheskaya str. 26, Syktyvkar, Respublika Komi, 167982, Russian Federation. E-mail: translab@iespn.komisc.ru

Galkina Julia E. – Candidate of Economic Sciences, associate professor, Department of assistant. Management, Murom Institute (branch) Vladimir State University named after Alexander Grigoryevich and Nickolay Grigoryevich Stoletovs.
Address: str. Orlovskaya 23, Murom, Vladimirskaya oblast (region), 602264, Russian Federation. E-mail: galkin_aa.lan@mail.ru

Garanin Maksim A. – Candidate of Technics Science, Associate Professor, Prorektor of Educational Work of Samara State Transport University.
Address: Svoboda str. 2B, Samara, 443066, Russian Federation.
E-mail: garanin@samgups.ru

Gavrilov Igor A. – Head of department, State Research Institute of applied problems.
Address: emb. of Obvodny Canal 29, St. Petersburg, 191167, Russian Federation.

Golovin Danila V. – master student, Department of Automobiles and Technological Machines of Perm National Research Polytechnic University.
Address: Academician Korolev St. 19a, Perm, 614013, Russian Federation.
E-mail: gdv@pstu.ru

Grachev Andrey A. – PhD (Tsc) Associate professor of «Train Traffic Operation» Department of Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University.
Address: Moskovsky pr. 9, St. Petersburg, 190031, Russian Federation.
E-mail: aagrachev@outlook.com

Groshev Gennady M. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University.
Address: Moskovsky pr. 9, St. Petersburg, 190031, Russian Federation. E-mail: spbgroshev@gmail.com

Gvozdik Mikhail I. – PhD, professor, professor of department of applied mathematics and information technologies of Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia.
Address: Moskovskiy prospekt 149, St. Petersburg, 196105, Russian Federation. E-mail: mgvzdik@rambler.ru

Harlamov Viktor V. – Dr. Sci. Tech., head of the department «Electrical machines and general electrical engineering» of Omsk State Transport University.
Address: Marx st. 35, Omsk, 644046, Russian Federation. E-mail: emoe@omgups.ru

Ilesaliev Daurenbek I. – asst. professor, Tashkent Institute of Railway Transport Engineers, Republic of Uzbekistan.
Address: Adylkhodzhayeva str. 1, Tashkent, Mirabadsky district, Tashkent region, 100067, Uzbekistan, E-mail: ilesaliev@mail.ru

Ishkov Aleksandr M. – Doctor of Technical Sciences, Professor, professor of the Department of Mining Machines, M.K. Ammosov North-Eastern Federal University.
Address: Belinsky str. 58, Yakutsk, Republic of Sakha (Yakutia), 677027, Russian Federation. E-mail: am.ishkov@s-vfu.ru

Ivanov Alexander Yu. – Dr. of Science (Tech), Professor, FSBE HE “Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia”.

Address: Moskovskiy prospekt 149, St.Petersburg, 196105, Russian Federation. E-mail: alexandr.y@mail.ru

Ivanov Sergey A. – deputy head of Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia.

Address: Moskovskiy prospekt 149, St.Petersburg, 196105, Russian Federation.

Kashtalinsky Alexander S. – lecturer of Department «Traffic organization and safety» of Siberian State Automobile and Highway Academy.

Address: Mira pr. 5, Omsk, 644080, Russian Federation. E-mail: ask1188@mail.ru

Khomich Dmitriy I. – Assistant, Department of Railway Stations and Junctions of Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University.

Address: Moskovsky pr. 9, Saint Petersburg, 190031, Russian Federation.

E-mail: dkhomich@yandex.ru

Khutornaia Ekaterina V. – PhD (Tech.), Head of a laboratoriya of St. Petersburg state marine technical university.

Address: Lotsmanskaya St. 3., St. Petersburg, 190008, Russian Federation.

E-mail: hutorianka@yandex.ru

Kiselenko Anatoly N. – Doctor of technical and economics sciences, professor, Head of the Laboratory of transportation problem of Institute for Socio-Economic & Energy Problems of the North, Komi Science Centre, Ural Branch, Russian Academy of Sciences.

Address: Kommunisticheskaya str. 26, Syktyvkar, Respublika Komi, 167982, Russian Federation. E-mail: kiselenko@iespn.komisc.ru

Kiyanitsa Lavrenty A. – engineer, post graduate student of mine aerodynamics laboratory, Chinakal Institute of Mining of the Siberian of the Russian Academy of Science, Novosibirsk.

Address: Krasny Avenue 54, Novosibirsk, 630091, Russian Federation.

E-mail: kla00@yandex.ru

Borodulin Vladimir I. – Ph.D. in Tech, assistant professor department of «Wagone» of Samara State Transport University.

Address: Svoboda St. 2B, Samara, 443066, Russian Federation.

E-mail: kazhm.olya@mail.ru

Kazhmet'eva Ol'ga V. – student of Samara State Transport University.

Address: Svoboda St. 2 B, Samara, 443066, Russian Federation.

E-mail: kazhm.olya@mail.ru

Klimenko Elena N. – graduate student of Samara State Transport University.

Address: Svoboda St. 2 B, Samara, 443066, Russian Federation.

Kokurin Joseph M. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Main research officer of the transport systems organization laboratory associate, Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences.

Address: 12-th Line VO 13, St. Petersburg, 199178, Russian Federation.

E-mail: kokyrinim@mail.ru

Komashinskiy Dmitry Vl. – PhD in Technical Sciences, senior researcher, F- Secure Corporation, Helsinki, Finland. www.f-secure.com. E-mail: kama54@rambler.ru

Komashinskiy Vladimir I. – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Deputy Director for Science of the Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences.

Address: 12-th Line VO 13, St. Petersburg, 199178, Russian Federation.

E-mail:kama54@rambler.ru

Korban Valery V. – Ph.D. in Tech, assistant professor, department of «Wagone» of Samara State Transport University.

Address: Svoboda St. 2B, Samara, 443066, Russian Federation. E-mail: korban42@mail.ru

Korkina Svetlana V. – Ph.D. in Tech, head of department «Wagone» of Samara State Transport University.

Address: Svoboda St. 2B, Samara, 443066, Russian Federation. E-mail: korkina70@mail.ru

Korolev Oleg A. – Researcher, Laboratory of vehicle safety systems of Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences.

Address: 12-th Line VO 13, St. Petersburg, 199178, Russian Federation.

E-mail: olegello@bk.ru

Korovyakovsky Evgeny K. – PhD in technical science, Head of «Logistics and commercial work» Department of Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University.

Address: Moskovsky pr. 9, St. Petersburg, 190031, Russian Federation.

E-mail: ekorsky@mail.ru

Kostenko Vladimir V. – PhD in Engineering, Associate Professor, Department of Railway Stations and Junctions of Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University.

Address: Moskovsky pr. 9, Saint Petersburg, 190031, Russian Federation.

E-mail: +79219461869@yandex.ru

Kostikova Elena V. – PhD, docent, Admiral Makarov State University Maritime and Inland Shipping.

Address: Dvinskaya str. 5/7, St. Petersburg, 198035, Russian Federation.

Kotov Stepan A. – student of faculty of flight operation, profile “Flight operation of civil aircraft” of Saint-Petersburg State University of Civil Aviation.

Address: Pilotov str. 38, St. Petersburg, 196210, Russian Federation.

E-mail: stepan_kotov_1987@mail.ru

Kovalev Konstantin E. – Candidate of Technical Science, senior lecturer in management of operational work, Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University.

Address: Moskovsky pr. 9, St. Petersburg, 190031, Russian Federation.

E-mail: kovalev_kostia@mail.ru

Kozhushko German G. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin.

Address: Mira St. 19, Yekaterinburg, 620002, Russian Federation.

E-mail: ptm@mmf.ustu.ru

Koz'movskij Dmitrij V. – PhD, senior researcher of Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences.

Address: 12-th Line VO 13, St. Petersburg, 199178, Russian Federation. E-mail: kodmee@gmail.com

Krunić Tanja – PhD, lecturer, The Higher Education Technical School of Professional Studies in Novi Sad, Serbia.

Адрес: Visoka tehnička škola strukovnih studija, Školska 1, 21000 Novi Sad, Serbia.

E-mail: krunic@vtsns.edu.rs

Krylatov Aleksandr J. – Ph.D., Associate Professor of Department of Mathematical Modelling of Energetic Systems of Saint-Petersburg State University.

Address: Universitetskii prospekt 35, Petergof, Saint Petersburg, 198504, Russian Federation. E-mail: aykrylatov@yandex.ru

Krylov Jurij E. – PhD, senior researcher, Solomenko Institute of Transport problems of the Russian Academy of Sciences.

Address: 12-th Line VO 13, St. Petersburg, 199178, Russian Federation.

E-mail: info@iptran.ru

Kudryakov Sergej A. – Dr. of Science, Head Chair of radio-electronic systems of Saint-Petersburg State University of Civil Aviation.

Address: Pilotov str. 38, St. Petersburg, 196210, Russian Federation.

E-mail: psi_center@mail.ru

Kulchickiy Valeriy K. – PhD in Engineering, Associate Professor, Department of Radio electronic systems, Saint-Petersburg State University of Civil Aviation
Address: Pilotov St. 38, St. Petersburg, 196210, Russian Federation.
E-mail: v-kulchitskiy@mail.ru

Lemeshkova Alesia V. – Junior Researcher of Moscow department of Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences.
Address: 12-th Line VO 13, St. Petersburg, 199178, Russian Federation.
E-mail: aleslemesh@mail.ru

Levin Dmitry Y. – Ph.D., Professor of the department "Management of operational performance and safety" of the Moscow State University of Railway Engineering (MIIT).
Address: Obrazcova str. 9b9, Moscow, 127994, Russian Federation.
E-mail: levindu@yandex.ru

Lozhkin Vladimir N. – Dr. Sci. Tech., Professor of Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia.
Address: Moskovskiy prospekt 149, St.Petersburg, 196105, Russian Federation.
E-mail: vnlojkin@yandex.ru

Lozhkina Olga V. – PhD in Sci. Chem, Associate Professor Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia.
Address: Moskovskiy prospekt 149, St.Petersburg, 196105, Russian Federation.
E-mail: olojkina@yandex.ru

Lozin Andrej V. – Head of the Laboratory Wheeled and Tracked Vehicles of Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University.
Address: Polytechnicheskaya 29, St. Petersburg, 195251, Russian Federation.
E-mail: lozin@pef.spbstu.ru

Lukjanov Aleksandr S. – Doctor of Economical Sciences, professor, management consultant, Russian Academic Society of Estonia, Estonia, Tallinn.
Адрес: Russian Academic Society of Estonia, Erika 7a, Tallinn, 10416, Estonia.
E-mail: aclukjanov@mail.ru

Lukomskaya Olga Y. – PhD, Leading Researcher of Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences.
Address: 12-th Line VO 13, St.Petersburg, 199178, Russian Federation.
E-mail: luol@mail.ru

Makarov Vasiliy V. – General Director, ANO DPO training Center for unmanned aircraft", Russia, Moscow.
Address: Prospectus Unsubdued 17, bild 4, letter B, St. Petersburg, 195220, Russian Federation. E-mail: w11@km.ru

Makarova Evelina S. – graduate student of the Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin.
Address: Mira str. 19, Yekaterinburg, 620002, Russian Federation. E-mail: eve90@mail.ru

Malashchuk Petr A. – PhD, Senior Researcher of the Laboratory of transportation problems of Institute for Socio-Economic & Energy Problems of the North, Komi Science Centre, Ural Branch, Russian Academy of Sciences.
Address: Kommunisticheskaya str. 26, Syktyvkar, Respublika Komi, 167982, Russian Federation. E-mail: translab@iespn.komisc.ru

Malygin Igor G. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Director of Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences.
Address: 12-th Line VO 13, St.Petersburg, 199178, Russian Federation.
E-mail: malygin_com@mail.ru

Malikov Oleg B. – Dr. Sci. Tech., professor, Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University.
Address: Moskovsky pr. 9, Saint Petersburg, 190031, Russian Federation.

E-mail: stadnitskey@mail.ru

Marinov Marin Ljubenov – Ph.D., Bulgaria, Varna

E-mail: marinlomsky@gmail.com

Medved Oksana A. – PhD in Technical Science, St. Petersburg Railway College.

Address: Borodinskaya str. 6, St. Petersburg, 191180, Russian Federation.

E-mail: oa.medved@yandex.ru

Medvedev Maxim S. – Post graduate student "Engineering of power plants and vehicles"

Department of Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University.

Address: Polytechnicheskaya str. 29, St.Petersburg, 195251, Russian Federation.

E-mail: mms_58@mail.ru

Meshalov Roman O. – Engineer of radio navigation, radar and communication, Saint-Petersburg ATM center, branch “North-West Air Navigation”, Federal State Unitary Enterprise “State ATM Corporation”.

Address: 10th Line V.O. 53 A., St. Petersburg, 199048, Russian Federation.

E-mail: roman.meshalov@mail.ru

Mikhalev Oleg A. – PhD, Military academy of communication of Marshall of the Soviet Union S. M. Budenny.

Address: Tikhoretsky Avenue 3, St. Petersburg, K-64, 194064, Russian Federation. E-mail: olemihalev@yandex.ru

Mitsura Maria A. – Head of tourism and transport research department, Research center NAFL.

Address: Dubininskaya str. 57, p. 1, office 208. Moscow, 115054, Russian Federation.

E-mail: mitsura@nacfin.ru

Moisia Dmitriy L. – Candidate of Technical Sciences, Senior teacher of Technical Operation of Cars department, University of Transportation Systems and Technology “Donetsk Academy of Motor Transport”.

Address: Dzerzhynskogo street 7, Donetsk, 83086. E-mail: dmitrymoisia@ukr.net

Morozov Dmitry Y. – engineer of department "Organization and traffic safety", Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI).

Address: Leningradsky prospect 64, Moscow, Russian Federation. E-mail: tdr2004@mail.ru

Mukalo Jurij I. – Head of department, State Research Institute of applied problems.

Address: emb. of Obvodny Canal 29, St. Petersburg, 191167, Russian Federation.

Naumushkina Kseniya A. – student of t Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia.

Address: Moskovskiy prospect 149, St.Petersburg, 196105, Russian Federation.

Nod' Alexander P. – Chief of search and rescue unit of North-West region search and rescue division EMERCOME of Russia, graduate student of Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia.

Address: Moskovskiy prospekt 149, St.Petersburg, 196105, Russian Federation. E-mail: psp.psoor@mail.ru

Nurgaliev Esbol R. – PhD, Assistant professor of the Department “Economics and management in water transport”, Caspian Institute of Maritime and River Transport, Astrakhan.

Address: B. Khmel'nitsky str. 3, Astrakhan, 414024, Russian Federation.

E-mail: Iver7@yandex.ru

Oparin Alexander I. – Engineer of radio navigation, radar and communication, Saint-Petersburg ATM center, branch “North-West Air Navigation”, Federal State Unitary Enterprise “State ATM Corporation”.

Address: 10th Line V.O. 53 A, St. Petersburg, 199048, Russian Federation.

E-mail: rv9xy@mail.ru

Ostapchenko Yrij B. – Deputy General Director, honored test space JSC "R&C ETU".

Address: Politekhnikeskaya str. 22, litas "N", St. Petersburg, 194021, Russian Federation.
E-mail: ou@nicetu.spb.ru

Porenyuk Maria A. – Ph.D. in Tech, assistant professor department of «Wagone» of Samara State Transport University.
Address: Svoboda str. 2 B, Samara, 443066, Russian Federation. E-mail: mashus@inbox.ru

Pavlov Sergey N. – engineer, Hief of the sector of the armases, Research centre Obscherossiyskoy public body "Alliance of the cossacks", St.Petersburg
E-mail: pavlovkpvt@mail.ru

Pavlov Stanislav A. – Ph.D., Research Officer of the Laboratory of mine aerodynamics of the Chinakal Institute of Mining of the Siberian Branch of the Russian Academy of Science, Novosibirsk.
Address: Krasny Avenue 54, Novosibirsk, 630091, Russian Federation.
E-mail: pavlov_s_a@inbox.ru

Pestrikov Sergei A. – Ph.D. in Economical Sciences, Associate Professor, Department of Automobiles and Technological Machines of Perm National Research Polytechnic University.
Address: Academician Korolev str. 19a, Perm, 614013, Russian Federation.
E-mail: psa@pstu.ru

Petrov Andrej A. – PhD, Docent of the department of laser technologies and systems of Saint Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics.
Address: Kronverksky Pr. 49, St. Petersburg, 197101, Russian Federation.
E-mail: petrovandrey79@inbox.ru

Petrov Valery V. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Department «Traffic Organization and Safety» of Siberian State Automobile and Highway Academy.
Address: Mira pr. 5, Omsk, 644080, Russian Federation. E-mail: p51@inbox.ru

Petukhov Mikhail J. – Ph.D. in Technical Sciences, Dean of Car and Road Building Faculty of Perm National Research Polytechnic University.
Address: Academician Korolev St. 19a, Perm, 614013, Russian Federation.
E-mail: pmu@pstu.ru

Platonov Aleksej A. – PhD, tech. sciences, Associate Professor, Moscow State University of Railway Engineering (MIIT).
Address: Obrazcova str. 9b9, Moscow, 127994, Russian Federation.
E-mail: paa7@rambler.ru

Podsorin Viktor A. – D.Sc. (Economics), Associate Professor at the department of Transport Economics and Management, Moscow State University of Railway Engineering (MIIT).
Address: Obrazcova Street 9b9, Moscow, 127994, Russian Federation.
E-mail: mtk3403@mail.ru

Porenyuk Maria A. – Ph.D. in Tech, assistant professor department of «Wagone» of Samara State Transport University.
Address: Svoboda St. 2 B, Samara, 443066, Russian Federation. E-mail: mashus@inbox.ru

Reshetnikov Ayaal P. – research engineer, Department of Rhythmology and Ergonomics of Northern Machines, Yakut Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences.
Address: Petrovskogo str. 2, Yakutsk, 677980, Russian Federation.
E-mail: reshet_ayaal@mail.ru

Rogozinsky Gleb G. – PhD, docent, leading researcher of Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences.
Address: 12-th Line VO 13, St.Petersburg, 199178, Russian Federation.
E-mail: iamoscii@gmail.com

Rubtsov Evgeny A. – PhD in Engineering, Associate Professor, Department of Radioelectronic systems of Saint-Petersburg State University of Civil Aviation.
Address: Pilotov str. 38, St. Petersburg, 196210, Russian Federation.

E-mail: Rubtsov.spb.guga@rambler.ru

Rustamov Uriy M. – student of faculty of flight operation, profile “Flight operation of civil aircraft” of Saint-Petersburg State University of Civil Aviation.

Address: Pilotov str. 38, St. Petersburg, 196210, Russian Federation.

E-mail: yury.rustamow@yandex.ru

Said Modzhib Abdulkhakim Saif – PhD, professor of The Yemen National University, Yemen.

E-mail: kama54@rambler.ru

Semenov Alexander G. – PhD in Technical Sciences, Associate Professor and Leading Researcher, Department of Engineering of Engines and Transport Vehicles of Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University. Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, director, Research centre Obscherossiyskoy public body "Alliance of the cossacks", St.Petersburg.

Address: Polytechnicheskaya str. 29, St.Petersburg, 195251, Russian Federation.

E-mail: agentnomer117@mail.ru

Schitina Kristina Y. – student, department of «Wagone» of Samara State Transport University.

Address: Svoboda str. 2 B, Samara, 443066, Russian Federation.

E-mail: artyukhina.kristina@mail.ru

Shamanov Victor I. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Moscow State University of Railway Engineering (MIIT).

Address: Obrazcova Street 9b9, Moscow, 127994, Russian Federation.

E-mail: shamanov_vi@mail.ru

Shatalova Natalya V. – Ph.D., Leading Researcher of Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences.

Address: 12-th Line VO 13, St.Petersburg, 199178, Russian Federation.

E-mail: shatillen@mail.ru

Shetakov Ignat V. – Post graduate student of the department «Electrical machines and general electrical engineering» of Omsk State Transport University (OSTU).

Address: Marx str. 35, Omsk, 644046, Russian Federation. E-mail: emoe@omgups.ru

Sheveleva Anna A. – junior researcher of the Laboratory of transportation problem of Institute for Socio-Economic & Energy Problems of the North, Komi Science Centre, Ural Branch, Russian Academy of Sciences.

Address: Kommunisticheskaya Str. 26, Syktyvkar, Respublika Komi, 167982, Russian Federation. E-mail: translab@iespn.komisc.ru

Shikhova Kseniya A. – bachelor of Saint-Petersburg State University.

Address: Universitetskii prospekt 35, Petergof, Saint Petersburg, 198504, Russian Federation. E-mail: shihova.ksenia@yandex.ru

Shilov Aleksandr G. – magistr at the faculty of training personnel of higher qualification of Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia.

Address: Moskovskiy prospekt 149, St.Petersburg, 196105, Russian Federation. E-mail: Illkep@mail.ru

Shkitronov Mikhail E. – PhD, Associate Professor, Head of Department of Physical and Chemical bases of processes of burning and suppression of Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia.

Address: Moskovskiy prospekt 149, St.Petersburg, 196105, Russian Federation.

Shkodun Pavel K. – Cand. Sci. Tech., Associate Professor of the department «Electrical machines and general electrical engineering» of Omsk State Transport University.

Address: Marx str. 35, Omsk, 644046, Russian Federation. E-mail: emoe@omgups.ru

Shutov Ivan N. – PhD Associate professor of «Train Traffic Operation» Department of Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University.

Address: Moskovsky pr. 9, Saint Petersburg, 190031, Russian Federation.

E-mail: spbshutov@gmail.com

Siek Yuri L. – Doctor of Technical Sciences, Associated Professor, Head of the department of St. Petersburg state marine technical university.

Address: Lotsmanskaya str. 3, St. Petersburg, 190008, Russian Federation.

E-mail: siek@mail.ru

Sorokin Konstantin N. – post-graduate student, Military academy of communication of Marshall of the Soviet Union S. M. Budenny.

Address: Tikhoretsky Avenue 3, St. Petersburg, K-64, 194064, Russian Federation.

E-mail: evil-kvark@rambler.ru

Starodubtsev Alexey E. – graduate student of construction of the road transport complex, Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University.

Address: Moskovsky pr. 9, Saint Petersburg, 190031, Russian Federation.

E-mail: starodubsev.ae@mail.ru

Stolyarova Alexandra A. – undergraduate of Transport equipment and control systems Institute, Moscow State University of Railway Engineering (MIIT).

Address: Obrazcova Street 9b9, Moscow, 127994, Russian Federation.

Tarantsev Alexander A. – Doctor of technical sciences, Professor, Head of Laboratory of Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences.

Address: 12-th Line VO 13, St.Petersburg, 199178, Russian Federation.

Professor of Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia.

Address: Moskovskiy prospekt 149, St.Petersburg, 196105, Russian Federation.

E-mail: t__54@mail.ru

Tereshina Natalia P. – D.Sc. (Economics), professor, Head of the department of Transport Economics and Management, Moscow State University of Railway Engineering (MIIT).

Address: Obrazcova Street 9b9, Moscow, 127994, Russian Federation.

E-mail: mtk3403@mail.ru

Timchenko Vyacheslav S. – Researcher, Laboratory of Development of Transport Systems and Technologies of Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences.

Address: 12-th Line VO 13, St.Petersburg, 199178, Russian Federation.

E-mail: tim4enko.via4eslav@mail.ru

Tsyganov Vladimir V. – Doctor of Science (Tech.), Professor, Head Moscow department of Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences.

Address: 12-th Line VO 13, St.Petersburg, 199178, Russian Federation.

E-mail: av188958@akado.ru

Turpisheva Marina S. – PhD, Professor of the Department "Machinery and land transport technology" of Astrakhan State Technical University.

Address: Tatishcheva str. 16, Astrakhan, 414025, Russian Federation.

E-mail: mturpi@mail.ru

Vasilev Aleksei B. – Candidate of Technical Science, docent chair "Management of operational work", Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University.

Address: Moskovsky pr. 9, Saint Petersburg, 190031, Russian Federation.

E-mail: avasilev@pgups.ru

Vas'koff Victor T. – Candidate of Engineering Sciences, Government of Saint-Petersburg.

Адрес: 191060, St. Petersburg, Smolny.

Veiko Vadim P. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the department of laser technologies and systems of Saint Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics.

Address: Kronverksky Pr. str. 49, St. Petersburg, 197101, Russian Federation.

E-mail: veiko@lastech.ifmo.ru

Velnin Maksim A. – Prorector of Administration-Housekeeping Work of Samara State Transport University.

Address: Svoboda str. 2 B., Samara, 443066, Russian Federation.

E-mail: velmin@samgups.ru

Vnukova Natalia V. – Doct. of Tech. Sc., Professor, deputy chief of department of ecology of Kharkov National Automobile and Highway University, Ukraine.

Address: Yaroslava Mudrogo str. 25, Kharkov, 61002, Ukraine.

E-mail: vnukovavn@ukr.net

Volkov Alexander K. – assistant of Department of providing of aviation security, Ulyanovsk Civil Aviation Institute.

Address: Mozhayskogo str. 8/8, Ulyanovsk, 432071, Russian Federation.

E-mail: oabuvauga@mail.ru

Yefymenko Alla N. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the University of Transportation Systems and Technology “Donetsk Academy of Motor Transport”.

Address: Dzerzhynskogo str. 7, Donetsk, 83086. E-mail: alla.yefimenko@yandex.ru

Yudaev Vyacheslav V. – post-graduate student, senior lecturer of the Ulyanovsk Civil Aviation Institute.

Address: Mozhayskogo str. 8/8, Ulyanovsk, 432071, Russian Federation.

E-mail: oabuvauga@mail.ru

Zabudsky Alexey Yu. – engineer of department "Organization and traffic safety", Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI).

Address: Leningradsky prospect 64, Moscow, Russian Federation.

E-mail: azabudsky1@gmail.com

Zenin Roman E. – master student of the «Economic theory and management» department, Moscow State University of Railway Engineering (MIIT).

Address: Obrazcova Street 9b9, Moscow, 127994, Russian Federation.

E-mail: zre717@me.com

Zenina Nadezhda N. – PhD, Assistant Professor of «Management and organization human resource management» department, Moscow State University of Railway Engineering (MIIT).

Address: Obrazcova Street 9b9, Moscow, 127994, Russian Federation. E-mail: znn1@yandex.ru

Zhankaziev Sultan V. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head department "Organization and traffic safety", Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI).

Address: Leningradsky prospect 64, Moscow, Russian Federation. E-mail: sultanv@mail.ru

Zhebanov Alexander V. – teacher, department of «Wagone» of Samara State Transport University.

Address: Svoboda str., 2 B, Samara, 443066, Russian Federation.

E-mail: zhebanov@inbox.ru

Zub Igor V. – Candidate of Technical Sciences, Professor of the department of Technology, Operation and Automation of ports, Admiral Makarov State University Maritime and Inland Shipping.

Address: Dvinskaya str. 5/7, St. Petersburg, 198035, Russian Federation.

E-mail: zubiv@gumrf.ru

Zhelnovach Anna N. – PhD in Tech., Associated Professor, Kharkov National Automobile and Highway University, Ukraine.

Address: Yaroslava Mudrogo str. 25, Kharkov, 61002, Ukraine.

E-mail: zhelnovach84@gmail.com

«ТРАНСПОРТ РОССИИ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ - 2016»

ТОМ 2

Материалы Международной научно-практической конференции

29-30 НОЯБРЯ 2016 ГОДА

Научное издание

Печатается в авторской редакции

Подписано в печать 15.12.2016
Печать цифровая

Заказ № 2472
Объем 47,7 п.л.

Формат 60×841/8
Тираж 150 экз.

Отпечатано в полиграфическом центре типографического комплекса ФГБОУ ВО
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России
196105, Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 149.