

**Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации**

**Отделение энергетики, машиностроения, механики и процессов
управления Российской академии наук**

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

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

**ТРАНСПОРТ РОССИИ:
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ –
2023**

14-15 НОЯБРЯ 2023 ГОДА

**Материалы
Международной
научно–практической конференции**

ТОМ 1

Санкт-Петербург – 2023

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

В 2023 году проведение конференции приурочено к 100-летию основателя ИПТ РАН академика АН СССР, академика РАН Соломенко Николая Степановича и организовано в рамках п. 2.9 Плана основных мероприятий по подготовке и проведению празднования 300-летия Российской академии наук, утвержденного заместителем председателя Правительства Российской Федерации Т.А. Голиковой от 11 ноября 2020 г. № 10514п-П8.

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

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

Полные тексты статей в открытом доступе размещены в Научной электронной библиотеке **Elibrary.ru** и зарегистрированы в наукометрической базе **РИНЦ** в соответствии с Договором № SIO-7225/2023 от 22.11.2023.

Рецензенты:

Куватов Валерий Ильич

*Профессор кафедры системного анализа и антикризисного управления ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России»
доктор технических наук, профессор*

Круглеевский Владимир Николаевич

*Старший научный сотрудник Научно-исследовательского института (кораблестроения и вооружения ВМФ) ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия»
доктор технических наук, доцент*

С65 Транспорт России: проблемы и перспективы – 2023: материалы Международной научно-практической конференции. 14-15 ноября 2023 г. – СПб.: ИПТ РАН, 2023. Том 1. – 290 с.

ISBN 978-5-6047678-3-2

ВБК 39

© ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук, 2023
© Коллектив авторов, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

Малыгин И.Г., Коновалов И.Н. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	7
Гавкалюк Б.В., Ложкин В.Н. О ВНЕДРЕНИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНО-ЦИФРОВОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ВЫБРОСА ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ ОТ АВТОТРАНСПОРТА В САНКТ- ПЕТЕРБУРГЕ	12
Серба Е.С. УЧАСТИЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА В РАЗВИТИИ СЕВЕРНОГО МОРСКОГО ПУТИ: СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД	17
Митько А.В., Сидоров В.К. ГЕОПОЛИТИЧЕСКИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ СЕВЕРНОГО МОРСКОГО ПУТИ	21
Яшин М.Г. ЧЕТВЕРТАЯ ИНДУСТРИАЛЬНАЯ РЕВОЛЮЦИЯ И СТРАТЕГИЯ «ОДИН ПОЯС – ОДИН ПУТЬ» В КОНЦЕПЦИИ ТРАНСПОРТНОГО РАЗВИТИЯ	25
Цыганов В.В., Лемешкова А.В. К СТРАТЕГИЧЕСКОМУ ПЛАНИРОВАНИЮ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ С УЧЕТОМ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА	29
Еналеев А.К., Цыганов В.В. ПОДХОДЫ ПО АДАПТАЦИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА К ИЗМЕНЕНИЯМ КЛИМАТА В УСЛОВИЯХ НЕПОЛНОТЫ ИНФОРМАЦИИ	33
Цыганов В.В., Савушкин С.А. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ	36
Савушкин С.А., Лемешкова А.В. СЦЕНАРИИ ВЛИЯНИЯ КЛИМАТА НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ ПРОИСШЕСТВИЯ	41
Латышева Н.А. ТРАНСПОРТ И АГЛОМЕРАЦИЯ: СМЫСЛЫ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ	45
Киселенко А.Н. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОГНОЗИРУЕМЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И ПРОЦЕСС ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОБЪЕМОВ ПЕРЕВОЗОК	48
Сундуков Е.Ю. СЦЕНАРНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБЪЕМОВ ПЕРЕВОЗОК НА ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ ЕВРОПЕЙСКОЙ И ПРИУРАЛЬСКОЙ АРКТИКИ	52
Болдырева Т.В. РАЗВИТИЕ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ НА РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ	56
Тарабукина Н.А. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОБЪЕМОВ ПЕРЕВОЗОК ПО КОМБИНИРОВАННЫМ МОДЕЛЯМ	60
Комов М.С. ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССА ЦИФРОВИЗАЦИИ НА УПРАВЛЕНИЕ ТРАНСПОРТНО- ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ РОССИИ	65
Белхароев Х.У., Малыгин Г.И. ПЕРСПЕКТИВЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НА УГЛЕВОДОРОДНОМ РЫНКЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН И СТРАН ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ	70
Давыдов А.М. МИРОВЫЕ ТРЕНДЫ В РАЗВИТИИ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ РОССИИ	77

Малащук П.А. СЦЕНАРИИ РАЗВИТИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СЕТИ НА ЕВРОПЕЙСКОЙ И ПРИУРАЛЬСКОЙ АРКТИКЕ	81
Королев А.В. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМЫ ПЕРЕВОЗОК ПассажиРОВ ТРАНСПОРТОМ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ	85
Бобрик П.П. ТРАСФОРМАЦИЯ ГОРОДА СОЗВЕЗДИЯ В ГОРОД АРХИПЕЛАГ	88
Фомина И.В. СЦЕНАРИИ РАЗВИТИЯ ТРУБОПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА ЕВРОПЕЙСКОЙ И ПРИУРАЛЬСКОЙ АРКТИКИ	92
Власовец Е.Н., Юницкий А.Э., Кулик О.В. ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ЮСТ КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОПЛОТНОЙ ЗАСТРОЙКИ РАЗВИВАЮЩИХСЯ ГОРОДОВ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА МУРИНО ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ	94
Юницкий А.Э., Власовец Е.Н., Шанчук А.С. ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ИННОВАЦИОННОГО ТРАНСПОРТНО-ИНФРАСТРУКТУРНОГО КОМПЛЕКСА ЮСТ ПРИ РАЗВИТИИ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНО-ИСТОРИЧЕСКОГО НАСЛЕДИЯ	98
Тешева П.Д., Богданова Н.И. АНАЛИЗ СТОИМОСТИ АВИАПЕРЕВОЗКИ ДЛЯ ПАССАЖИРОВ НА АВИАЛИНИИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГ – МОСКВА	102
Иванченко В.Н. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ПАССАЖИРСКИХ АВИАПЕРЕВОЗОК В РОССИИ	106
Богданова Н.И., Тешева П.Д. ПРЕИМУЩЕСТВА ЦИФРОВИЗАЦИИ ДОКУМЕНТАОБОРОТА ПРИ ОБРАБОТКЕ ГРУЗОВ НА ВОЗДУШНОМ ТРАНСПОРТЕ	110
Маринов М.Л. РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-АКСИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ В ИНТЕРЕСАХ БЕЗОПАСНОСТИ	114
Маринов М.Л. УЧЕТ ЦЕННОСТНЫХ АСПЕКТОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ	122
Панько Ю.В. РОЛЬ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В ЭКОЛОГИЗАЦИИ ТРАНСПОРТА	128
Третьяков А.А. СОВРЕМЕННЫЕ ПУТИ РАЗВИТИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ СВЯЗИ АРКТИЧЕСКИХ СПАСАТЕЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ МЧС РОССИИ	132
Третьяков А.А., Папырин В.В. СОВРЕМЕННЫЕ ПУТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАЩИЩЕННОСТИ СПЕЦИАЛЬНОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ МЧС РОССИИ В КРИТИЧЕСКИ ОПАСНЫХ РАЙОНАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ	136
Гладких А.А., Уласюк Т.Г. РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА КОДОВЫХ МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ БИОМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ СУБЪЕКТОВ В СИСТЕМЕ СЕТЕВОЙ СТРУКТУРЫ ТРАНСПОРТНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	141

Волков А.К., Заббаров З.Р.	
ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ПОМОЩНИКОВ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПОЛЕТОВ	145
Лукомская О.Ю., Вислогузов В.В., Парфенов А.Р.	
ВОПРОСЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДНЕПРО-БУГСКОГО КАНАЛА БЕЛАРУСИ	148
Каминский В.Ю., Скороходов Д.А., Стариченков А.Л.	
БЕЗОПАСНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЕМ СУДНА НА ПОДВОДНЫХ КРЫЛЬЯХ	153
Каминский В.Ю., Скороходов Д.А., Андреюк Н.Р.	
ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ СУДНА С ИНТЕРЦЕПТОРАМИ	160
Масленников С.Н., Сеницын М.Г.	
ЭЛЕКТРОННЫЕ НАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ НА ВОДНОМ ТРАНСПОРТЕ	165
Михалевич И.Ф., Иванова Н.Д., Якунчиков В.В.	
УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ ВНУТРЕННЕГО ВОДНОГО ТРАНСПОРТА	170
Крылатов А.Ю., Король М.М.	
СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ РАВНОВЕСНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТОКОВ В СЕТИ	173
Зябкин А.Г.	
ООО «УК «КУЗБАССТРАНСМЕТ», КАК КУЗНИЦА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ИННОВАЦИЙ	176
Шаманов В.И.	
ОЦЕНКА РИСКОВ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ПОЕЗДОВ ...	180
Мявлина Н.Ж.	
РАЗВИТИЕ ЛОГИСТИЧЕСКОГО ПОДХОДА К ОРГАНИЗАЦИИ ГРУЗОПЕРЕВОЗОК НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ РОССИИ	184
Сертакова Е.Н.	
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА В СЕГМЕНТЕ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК	188
Павлова А.Н.	
СОЗДАНИЕ «ГРУЗОВЫХ ДЕРЕВЕНЬ» И РАЗВИТИЕ КОНТЕЙНЕРНЫХ ПЕРЕВОЗОК В УСЛОВИЯХ САНКЦИОННОГО ВЛИЯНИЯ И В РАМКАХ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ КАК ФАКТОР СНИЖЕНИЯ ЗАТРАТ КОМПАНИИ	191
Грачев А.А., Шутков И.Н.	
МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБОСНОВАНИЯ ТАКТОВОГО ГРАФИКА ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ	195
Локтев А.А., Сычева А.В., Чистый Ю.А.	
К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ ОПЕРАТИВНОГО РАЗВЕРТЫВАНИЯ	198
Сычев П.В., Локтев А.А., Сычев В.П.	
О СНИЖЕНИИ ВЛИЯНИЯ УДАРА КОЛЕСА ПО РЕЛЬСУ ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА В СТЫКАХ МОДУЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ ОПЕРАТИВНОГО РАЗВЕРТЫВАНИЯ	202
Таранцев А.А., Скودтаев С.В., Васьюков В.Т.	
О ПРОБЛЕМЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПАССАЖИРОВ ПРИ АВАРИЙНОЙ ПОСАДКЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР	205

Актерский Ю.Е., Мотыженкова М.Г.	
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ И РЕМОНТНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ НА КРУПНОТОННАЖНЫХ СУДАХ	208
Овсянников В.М.	
САМОВОСПЛАМЕНЕНИЕ ЛЕСОВ И ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ	212
Мартынов В.Л., Шиманская М.С., Кречетова Э.В.	
РАСЧЕТ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛАЗЕРНЫХ СИСТЕМ ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ В ГИДРОСФЕРЕ	216
Каминский В.Ю., Скороходов Д.А., Андреюк Н.Р.	
ТРАНСПОРТИРОВКА ГРУЗОВ С ПОМОЩЬЮ АВТОНОМНЫХ НЕОБИТАЕМЫХ ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ	220
Флегонтов А.В.	
РЕШЕНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ ЗАДАЧИ С НЕЧЕТКИМИ ПОТРЕБНОСТЯМИ	228
Синицын М.Г., Масленников С.Н.	
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СКЛАДСКОЙ ОТРАСЛИ	231
Муксимова Р.Р., Панова М.В.	
РАЗВИТИЕ КОНЦЕПЦИИ УДАЛЕННОЙ ДИСПЕТЧЕРСКОЙ ВЫШКИ	234
Кудряков С.А., Рубцов Е.А.	
АНАЛИЗ ОБОРУДОВАНИЯ UAT ДЛЯ ПИЛОТИРУЕМОЙ И БЕСПИЛОТНОЙ АВИАЦИИ	239
Рубцов Е.А., Кудряков С.А.	
ОСОБЕННОСТИ СИГНАЛОВ ЛИНИИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ UAT	244
Королев О.А., Коновалов И.Н., Хасая Р.Р.	
ПРОБЛЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ И АНАЛИЗА АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВОВ НЕФТЕПРОДУКТОВ НА МОРСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ В КОНТЕКСТЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	248
Дюк В.А.	
МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В РАЗВИТИИ ПАРАДИГМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ НА ТРАНСПОРТЕ	255
Гуркин С.Н., Актерский Ю.Е., Терехин С.Н.	
ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ ИНФРАСТРУКТУРНЫХ ОБЪЕКТОВ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА	258
Зяблов Д.В., Беспалько С.В.	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЖЕННОСТИ КОТЛА ЦИСТЕРНЫ ПРИ ПОЖАРЕ С УЧЕТОМ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ И ФИЗИЧЕСКОЙ НЕЛИНЕЙНОСТЕЙ	263
Журавлева М.А., Зубрев Н.И., Кокин С.М.	
КОМПЛЕКСНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ И ТЕПЛОВОЙ СТАНЦИИ НА КАЧЕСТВО ГОРОДСКОЙ ПОЧВЫ	268
Самойлов В.В.	
АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЫЛЕПОДАВЛЕНИЯ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ СЫПУЧИХ ГРУЗОВ	271
Сведения об авторах	275
Information about authors	282

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Малыгин Игорь Геннадьевич – доктор технических наук, профессор, директор

Коновалов Иван Николаевич – кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории проблем безопасности транспортных систем

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

Аннотация. В работе исследуется перспектива развития концепции Интеллектуальной системы экологической безопасности (ИСЭБ) учитывая последние достижения в области новых интеллектуальных и сетевых технологий, а также актуальную оценку текущего контекста, связанного с развитием Северного морского пути (СМП) и его использованием. Проведено аналитическое исследование перспективных технологических инноваций, которые направлены на увеличение способности ИСЭБ к интеграции с государственными интеллектуальными системами других профилей, расширение возможностей системы в области стратегического планирования деятельности СМП, прогнозирования и анализа экологических рисков, разработки методов и подходов для их минимизации, а также выработки стратегий реагирования на изменения показателей мониторинга, возможные чрезвычайные события и катастрофы различного характера. Дополнительно в работе проведена систематизация потенциальных экологических вызовов, связанных с дальнейшим развитием Северного морского пути и ассоциированными территориями Арктической зоны Российской Федерации (АЗ РФ).

Ключевые слова: экология, экологический мониторинг, экологическая безопасность, интеллектуальная система, экологические датчики, сеть датчиков, экологические риски, чрезвычайные ситуации.

INTELLIGENT SYSTEM OF ENVIRONMENTAL SAFETY OF THE ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION

Malygin Igor G. – Dr. Sci. (Eng), professor, director

Konovalov Ivan N. – PhD (Eng.), senior research scientist Laboratory of Transport Systems Security Problems

Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences

Abstract. The paper examines the prospects for the development of the concept of an Intelligent Environmental Safety System (ISES), taking into account recent advances in the field of new smart and network technologies, as well as an up-to-date assessment of the current context associated with the development of the Northern Sea Route (NSR) and its use. The author conducted an analytical study of promising technological innovations that are aimed at increasing the ability of ISEB to integrate with state intelligent systems of other profiles, expanding the system's capabilities in the field of strategic planning of NSR activities, forecasting and analyzing environmental risks, developing methods and approaches to minimize them, as well as developing strategies for responding to changes in monitoring indicators, possible emergency events and disasters of various types. Additionally, the work systematized potential environmental challenges associated with the further development of the Northern Sea Route and the associated territories of the Arctic zone of the Russian Federation (AZ RF).

Keywords: ecology, environmental monitoring, environmental safety, intelligent system, environmental sensors, sensor network, environmental risks, emergency situations.

Арктическая зона Российской Федерации представляет собой уникальный с экологической точки зрения регион, охватывающий значительную часть северных территорий страны и имеющий особую значимость в контексте глобальной экологической безопасности. Арктическая зона характеризуется редкостным биоразнообразием, включающим множество видов растений, животных и микроорганизмов, а также уникальными экосистемами, такими как арктические ледники, тундры, морские льды и морские биотопы. Этот регион играет ключевую роль в мировом климате и экологическом балансе, влияя на процессы переноса тепла и обеспечивая специфические условия для существования и развития многих видов и жизненных форм.

Арктическая зона попадает в фокус внимания в связи с увеличением экологических рисков, связанных с антропогенным воздействием и климатическими изменениями. Актуальность данной темы обусловлена не только стремлением к эффективному развитию транспортных маршрутов Северного морского пути, но и проблематикой сохранения экологического равновесия в условиях активного развития арктической инфраструктуры и ресурсодобывающих предприятий. Представленная концепция ИСЭБ базируется на интеграции стационарных и мобильных систем мониторинга, объединенных в целостную сеть для непрерывного контроля и оперативного реагирования на изменения экологической обстановки.



Рисунок 1 – Основные функции ИСЭБ

Существует несколько ключевых направлений реализации концепции ИСЭБ в Арктической зоне Российской Федерации (рис. 1). Первое из них – использование существующих транспортных объектов как платформ для размещения станций мониторинга. Внедрение стационарных систем экологических датчиков в портовые судовые и авиационные комплексы, а также размещение мобильных систем на транспортных средствах представляет эффективный метод наблюдения и сбора данных. Второе направление касается организации сбора информации от минилабораторий и беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Их установка на стационарные транспортные объекты, а также мобильные объекты, находящиеся в полосе Северного морского пути, обучение персонала для сбора и анализа информации являются важными в создании системы мониторинга.

Неотъемлемой частью концепции ИСЭБ является вопрос хранения, передачи и обработки данных. Их интеграция в общую систему мониторинга экологической безопасности Российской Федерации при совместной работе с разработчиками данной системы позволяет создать эффективный механизм обеспечения безопасности и согласованности в рамках арктического региона.

Представленные подходы обеспечивают широкий охват мониторинга и оперативное реагирование на изменения экологической ситуации. Реализация данного проекта требует комплексной работы, включающей различные аспекты, но вместе они образуют основу для эффективной системы экологической безопасности в Арктической зоне (АЗ) РФ.

Развитие ИСЭБ представляет собой ключевую практическую задачу, объединяющую технологические, организационные и интеграционные аспекты для обеспечения экологической стабильности в Арктической зоне РФ. Цель настоящего исследования заключается в систематизации и анализе представленных подходов к реализации ИСЭБ в АЗ РФ, выявлении ключевых факторов, определяющих эффективность системы и оценке ее потенциала для обеспечения экологической безопасности в данном регионе.

В последние десятилетия АЗ РФ сталкивается с растущими экологическими рисками, включающими:

1. Ускоренное таяние льдов, увеличение температуры воздуха и океана, а также изменение количества выпадающих осадков, оказывающих серьезное воздействие на экосистемы и животный мир.
2. Рост экономической активности в арктической зоне, такой как добыча полезных ископаемых, судоходство и туризм, приводит к увеличению загрязнения окружающей среды (рис. 2).
3. Изменение распределения различных видов животных и растений, смена маршрутов миграции угрожают редким и уникальным видам растений и животных, которые адаптировались к текущим условиям существования.
4. Возрастающие риски техногенных аварий и разливов нефти в связи с ростом использования Северного морского пути в качестве основного транспортного коридора для транспортировки нефти и газа (рис. 2).

В первоначальной концепции ИСЭБ рассматривается как функциональная подсистема Интеллектуальной мультимодальной транспортной системы России (ИМТС) [1,2], а одной из ее задач является обеспечение экологической безопасности в сфере транспортных перевозок и мониторинг уровня экологической безопасности всей мультимодальной транспортной системы. Однако в свете предложенных изменений концепции, ИСЭБ способна также функционировать как самостоятельная система экологического мониторинга, расширяя функционал благодаря модульной структуре. Технология создания ИСЭБ для СМП предусматривает интеграцию экологических датчиков и исполнительных устройств в ключевые транспортные инфраструктурные объекты и подвижные средства в Арктической зоне России [3].



Рисунок 2 – Экологические показатели Северного морского пути

Структура системы мониторинга экологических параметров, в основу которой положена ИСЭБ, включает блоки сбора данных из различных источников: спутниковых систем дистанционного зондирования земли, метеорологических наблюдений, навигационных предупреждений и данных о чрезвычайных ситуациях. Эти данные не только используются для краткосрочного прогнозирования, но и подвергаются анализу для оценки долгосрочного воздействия на экологическую обстановку и выработки вероятных сценариев влияния на глобальную экологическую ситуацию. Система анализа и прогнозирования, базирующаяся на принципах виртуализации и функционирующая как масштабируемая структура, интегрирована в Центр обработки данных ИСЭБ [4].

Инновационные решения, предлагаемые к реализации в структуре ИСЭБ, предоставляют возможность широкого охвата мониторинга и оперативного реагирования на изменения экологической ситуации в АЗ РФ. Такой подход обеспечивает непрерывный мониторинг экологических параметров, собранных как на поверхности, так и в недоступных для обычных средств мониторинга местах, способствуя всестороннему обеспечению экологической безопасности в регионе. Подобные идеи рассматривались в рамках формирования и развития Арктического интеллектуального мультимодального транспортного коридора на основе Северного морского пути [5].

Список литературы

1. Асаул А.Н., Малыгин И.Г., Комашинский В.И. Концептуальные подходы к построению интеллектуальной мультимодальной транспортной системы РФ // Информация и космос. – 2016. – № 3. – С. 8-17.

2. Малыгин И.Г., Комашинский В.И. Особенности построения и архитектура перспективной интеллектуальной мультимодальной транспортно-логистической системы // Технологии построения когнитивных транспортных систем: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Санкт-Петербург: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2021. – С. 7-14.

3. Малыгин И.Г., Коновалов И.Н. Структура интеллектуальной системы экологической безопасности Северного морского пути // Морские интеллектуальные технологии. – 2022. – № 4(56). – С. 215-221.

4. Малыгин И.Г., Коновалов И.Н., Королев О.А. Развитие концепции интеллектуальной системы экологической безопасности Северного морского пути // Морские интеллектуальные технологии. – 2023. – №4(62). – С. 134-142.

5. Малыгин И.Г., Гавкалюк Б.В. От Северного морского пути к Арктическому интеллектуальному мультимодальному транспортному коридору Российской Федерации // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2020: материалы Юбилейной международной научно-практической конференции. – СПб.: ИПТ РАН, 2020. – Т. 1. – С. 09-16.

О ВНЕДРЕНИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНО-ЦИФРОВОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ВЫБРОСА ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ ОТ АВТОТРАНСПОРТА В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

Гавкалюк Богдан Васильевич – доктор технических наук, доцент, начальник

Ложкин Владимир Николаевич – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры пожарной, аварийно-спасательной техники и автомобильного хозяйства, заслуженный деятель науки Российской Федерации

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева

Аннотация. Приведены результаты адаптации инструментального аппарата (датчиков) электронно-цифровой онлайн-фиксации структуры и интенсивности автотранспортных потоков на улично-дорожной сети Санкт-Петербурга к системе мониторинга качества атмосферного воздуха, организованной в 2008 году Комитетом по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Правительства Санкт-Петербурга. Оригинальный научно-методический подход позволяет, на основе обработки информации о структуре, скоростном режиме автотранспорта, метеорологических условиях, при которых происходит рассеяние поллютантов в стратифицированной тропосфере, производить расчеты концентраций вредных (загрязняющих) веществ отработавших газов двигателей автотранспорта в окрестности автомагистралей в чрезвычайно опасные часы «пик» транспортной нагрузки. Разработанная в соавторстве с городскими организациями методика нашла реализацию в региональных, национальных и международных нормативных документах.

Ключевые слова: город, автотранспортный поток, интенсивность движения, метеорологические условия, вредные (загрязняющие) вещества, мониторинг.

RESULTS OF IMPLEMENTATION OF AN INTELLIGENT DIGITAL SYSTEM FOR CONTROL OF HARMFUL EMISSIONS FROM VEHICLES IN ST. PETERSBURG

Gavkalyuk Bogdan V. – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the University

Lozhkin Vladimir N. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of fire, rescue equipment and automobile economy

St. Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia

Abstract. The results of adaptation of the instrumental apparatus (sensors) for electronic digital online recording of the structure and intensity of vehicle flows on the road network of St. Petersburg to the atmospheric air quality monitoring system organized in 2008 by the Committee on Natural Resources, Environmental Protection and Environmental Safety of the Government are presented. St. Petersburg. An original scientific and methodological approach allows, based on processing information about the structure, speed limit of vehicles, meteorological conditions under which pollutants are dissipated in the stratified troposphere, to calculate the concentrations of harmful (pollutants) substances in the exhaust gases of vehicle engines in the vicinity of highways during extremely dangerous hours «peak» traffic load. The methodology, developed in collaboration with city organizations, has been implemented in regional, national and international regulatory documents.

Keywords: city, traffic flow, traffic intensity, meteorological conditions, harmful (pollutants) substances, monitoring.

В Российской Федерации насчитывается более 150 городов [1] с преобладающим вкладом выбросов вредных (загрязняющих атмосферу) веществ (ЗВ) от автотранспорта в валовые выбросы (более 50%). В Москве [2] и Санкт-Петербурге [3] они достигают 80%. Даже в условиях, приблизительно, 10-ти кратного спада производственной экономики в РФ в 90-х годах прошлого столетия загрязнение природных сред в городах, как показывали наблюдения, не уменьшалось вследствие заполнения внутреннего рынка старым изношенным автотранспортом [4], преимущественно, зарубежного производства. Это связано с особенностями автотранспорта как источника выбросов и сбросов загрязняющих веществ в атмосферу, отличающимися их от стационарных (промышленных) источников выбросов [5].

Специфика подвижных источников загрязнения проявляется в низком расположении, пространственном распределении и непосредственной близости к жилым районам. При общей доле автотранспорта в массовом выбросе загрязняющих веществ в атмосферу, в среднем по РФ, 35-60%, его доля в городах достигает 70-90% [6]. Это приводит к тому, что автотранспорт создает в городах обширные и устойчивые зоны, в пределах которых в несколько раз превышаются санитарно-гигиенические нормативы загрязнения воздуха [1-4] (таблица [7]).

Таблица – Показатели качества атмосферного воздуха для населённых мест в РФ по ГН 2.1.6.3492-17 [7]

Вещество	Период осреднения	Значение показателя
Оксид углерода	20 минут	5 мг/м ³
	24 часа	3 мг/м ³
Диоксид азота	20 минут	200 мкг/м ³
	24 часа	40 мкг/м ³
Взвешенные частицы РМ _{2,5}	20 минут	160 мкг/м ³
	24 часа	35 мкг/м ³
Диоксид серы	20 минут	500 мкг/м ³
	24 часа	50 мкг/м ³
Озон	20 минут	160 мкг/м ³
	24 часа	30 мкг/м ³
Бенз(а)пирен	24 часа	0,1 мкг / 100 м ³

Получение информации о выбросах ЗВ от автотранспорта в атмосферный воздух (инвентаризация выбросов) осуществляется тремя путями [3]:

- сертификационным и эксплуатационным приборным контролем за выбросами транспортных средств;
- приборными измерениями параметров, характеризующих качество воздуха вблизи объектов транспортной инфраструктуры;
- расчетной инвентаризацией выбросов загрязняющих веществ в атмосферу (для городов и городских регионов, отдельных магистралей и транспортных объектов).

Для решения задач, связанных с моделированием загрязнения атмосферы и оценкой экологического риска, включая риск нарушения здоровья [3,4] и изменения климата [2,5,6], наиболее перспективным является использование методов расчетной инвентаризации выбросов ЗВ от автотранспорта [1,3].

На основе расчетного моделирования, основанного на имеющейся априорной информации об экологических характеристиках транспортных средств, их техническом состоянии, условиях и режимах эксплуатации, а также данных учета движения и транспортной работы определяются участки транспортной сети, характеризующиеся наибольшим уровнем воздействия на окружающую среду, рассчитывается мощность выбросов загрязняющих веществ на этих участках [3,4,8].

Подобные методики разработаны для автотранспортных предприятий, авторемонтных предприятий и станций технического обслуживания, асфальтобетонных заводов, баз дорожной техники, автомагистралей и городских улиц. Для обеспечения расчетов выбросов разработаны соответствующие компьютерные программы инвентаризации выбросов [1-4].

Разработана и реализована в виде компьютерной программы модель транспортного загрязнения атмосферы, в основу которой положено решение интегральных уравнений атмосферной диффузии при распространении примесей ЗВ [9]. Разработанная модель позволяет рассчитывать и строить на карте местности поля концентраций загрязняющих веществ (среднесуточные, максимальные разовые), выбрасываемых автомобилями и другими подвижными источниками. При расчетах элементы транспортной сети с определенной интенсивностью движения транспортных средств представляются в виде линейного источника конечной длины. Перекрестки представляются как площадные источники выброса загрязняющих веществ. В модели учитывается также эффект выведения примесей из атмосферы – осаждения и физико-химическая их трансформация.

Разработанные комплексы компьютерных программ используются как для оценки воздействия на качество атмосферного воздуха различных действующих объектов транспортной инфраструктуры, так и для моделирования изменения концентраций ЗВ при реализации комплексов различных мероприятий (градостроительных, по организации и регулированию дорожного движения, по оптимизации грузопассажижских перевозок, по контролю и прогнозированию выбросов ЗВ автотранспортом и в иных целях). С помощью выше отмеченных моделей рассчитываются необходимые параметры для обобщающих оценок совокупного экологического риска жизнедеятельности городского населения [3,8].

В мае 2017 г. в Санкт-Петербурге открылся Единый центр аппаратно-программного комплекса «Безопасный город», в 2018 г. для контроля и оптимизации грузоперевозок Центр транспортного планирования внедрил автоматизированную систему контроля структуры и интенсивности движения (ИД) автотранспорта, регистрируемых с помощью цифровых датчиков, установленных на основных городских магистралях (рис. 1)].



Рисунок 1 – Установка датчиков цифровой фиксации структуры и интенсивности движения автотранспорта на автомагистралях улично-дорожной сети Санкт-Петербурга

Система позволяет идентифицировать количественные и скоростные характеристики транспортного потока, регламентированные документами [10], соответственно их линейным размерам по четырем группам, обозначаемым в текстовых файлах исходной информации условными аббревиатурами: MID SIZE 1 (грузовые < 5 т), MID SIZE 2 (грузовые 5–12 т), LONG VEN 1 (грузовые 12–20 т) и LONG VEN 2 (грузовые > 20 т).

С 2019 года с участием авторов интеллектуальная цифровая система фиксации структуры и ИД автотранспорта была внедрена в региональном нормативном документе [11] и национальном стандарте РФ ГОСТ Р 56162-2019 «Выбросы загрязняющих веществ в

атмосферу. Метод расчета количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферу потоками автотранспорта на автомобильных дорогах разной категории». В новой методике предусмотрено аппаратно-цифровое ранжирование транспорта по учетным группам на основе действующих принципов их экологического категорирования [12], гармонизированных с особенностями интеллектуально-цифрового автоматического учета по полосам движения на городских автомагистралях:

I. легковые (Л): [(VOLUME + XLONG VEH) – (MID SIZE 1 + MID SIZE 2 + LONG VEH 1 + LONG VEH 2)];

II. автофургоны и микроавтобусы до 3,5 т (AM): MID SIZE 1;

III. грузовые от 3,5 до 12 т ($\Gamma_{\leq 12}$): MID SIZE 2;

IV. грузовые свыше 12 т ($\Gamma_{>12}$): LONG VEH 1 + LONG VEH 2;

V. автобусы свыше 3,5 т ($A_{>3,5}$): принимаются 0,15 MID SIZE 2,

где VOLUME – общее количество ТС, а XLONG VEH – неопознанные КТС, относимые к легковым автомобилям.

Согласно методике документа [11] для участков автомагистралей улично-дорожной сети Санкт-Петербурга по рабочим файлам автоматизированной системы контроля структуры и ИД автотранспорта производится расчет максимальной транспортной нагрузки в часы «пик» G_k , час⁻¹ (1), являющейся исходной информацией для расчета выбросов ЗВ за 20-ти минутное время экспозиции. А именно, выброс j -го загрязняющего вещества (г/с) движущимся автотранспортным потоком на автомагистрали (или ее участке) с фиксированной протяженностью L (км) определяется по формуле

$$M_j = \frac{L}{3600} \sum_{k=1}^n E_{jk} G_k r_{jk},$$

где M_j – мощность выброса j -го загрязняющего вещества от автотранспортного потока (г/с); L – протяженность участка автомагистрали, км; E_{jk} – фактор эмиссии j -го загрязняющего вещества для транспорта k -й группы (г/км); G_k – интенсивность движения транспорта k -й группы (час⁻¹); r_{jk} – безразмерный коэффициент учета зависимости фактора эмиссии j -го загрязняющего вещества для транспорта k -й группы от средней скорости его движения в составе автотранспортного потока; n – число учитываемых групп (k) транспорта в потоке; 3600 – коэффициент перевода часов в секунды.

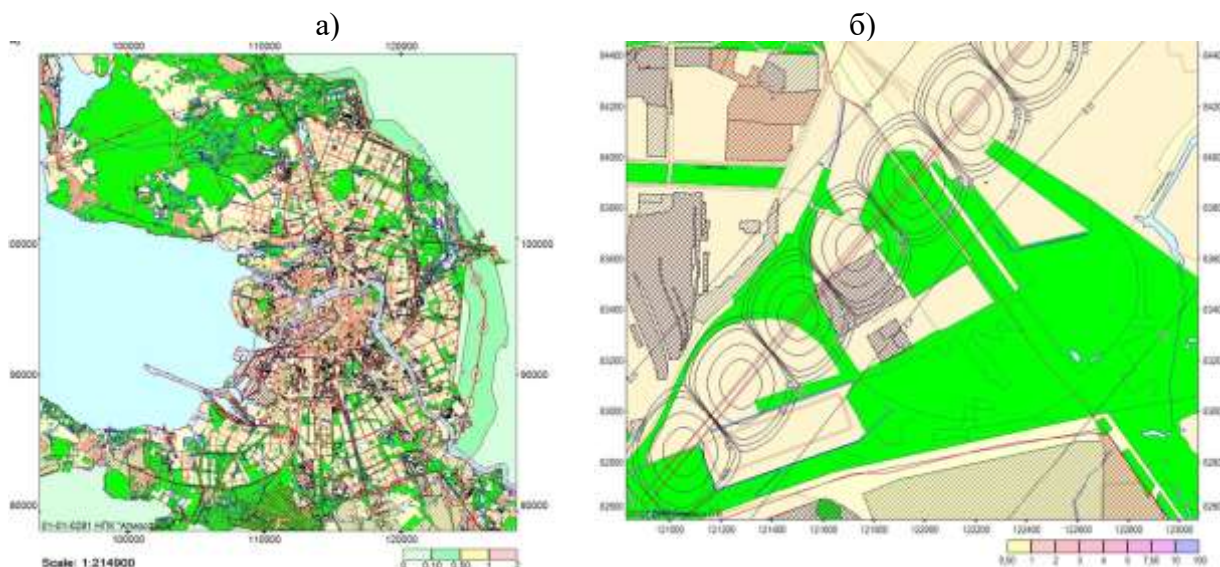


Рисунок 2 – ГИС-карты ожидаемого опасного загрязнения воздушной среды $PM_{2.5}$ в долях ПДК_{МР} при неблагоприятном сочетании транспортно-метеорологических условий:
а) – на городской территории в пределах КАД; б) – по улице Запорожская

На рисунке 2 в качестве примера приведена иллюстрация новых возможностей, открывающихся для контроля и прогнозирования чрезвычайно опасных ситуаций загрязнения воздушной среды Санкт-Петербурга при сочетании аномально неблагоприятных транспортно-метеорологических условий (часы «пик» автотранспортной нагрузки, слабый ветер (менее 2 м/с) и приземные температурные инверсии) на региональном (рис. 2, а) – территория города в пределах кольцевой дороги КАД) и локальном (рис. 2, б) – жилые дома по улице Запорожская, попадающие под влияние КАД).

Из анализа рисунка 2 можно сделать вывод о том, что в вероятно прогнозируемых чрезвычайных транспортно-метеорологических условиях только жители по улице Запорожская могут подвергаться воздействию $PM_{2,5}$, превышающих ПДК_{МР} в 2–5 раз от отработавших газов автотранспорта, движущегося по КАД.

Список литературы

1. Ложкина О.В., Ложкин В.Н. Контроль и прогнозирование эффективности управления чрезвычайным воздействием транспорта на городскую среду и население: монография / Под общ. ред. Б.В. Гавкалюка. – СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2020. – 160 с.

2. Трофименко Ю. Научно обоснованный прогноз адаптации сектора автомобильного транспорта к вероятным последствиям изменения климата и возможные сценарии его декарбонизации в Российской Федерации: монография / Ю. Трофименко, В. Комков, Е. Шашина, Д. Деянов, И. Гайда, Е. Грушевенко, А. Пердеро. – М.: ООО «Центр транспортных инноваций», Центр энергетике Московской школы управления СКОЛКОВО, 2022. – 134 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.skolkovo.ru/centres/senec/senec-research-climate-policy/?ysclid=lm7zrratjb603792876> (дата обращения 29.10.2023).

3. Марцынковский О.А., Буренин Н.С., Ложкина О.В., Ложкин В.Н. Воздействие автомобильного транспорта на качество воздушной среды Санкт-Петербурга: проблемы и решения // Окружающая среда Санкт-Петербурга: Экология и транспорт. – СПб.: СПб ГГУП «Специализированная фирма «Минерал». – 2020. – № 1 (15). – С. 28-31.

4. Ложкин В.Н., Ложкина О.В. Информационные процессы в управлении комплексной безопасностью транспорта: стратегическое планирование и моделирование / Под общ. ред. Б.В. Гавкалюка. – СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2022. – 164 с.

5. Mark Z. Jacobson and other 100% Clean and Renewable Wind, Water, and Sunlight All-Sector Energy Roadmaps for 139 Countries of the World. [Электронный ресурс]. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.joule.2017.07.005> (дата обращения 29.10.2023).

6. Порфирьев Б.Н. Изменения климата и экономика России: тенденции, сценарии, прогнозы: монография / Б.Н. Порфирьев, В.И. Данилов-Данильян, В.М. Катцов и др.; под редакцией академика РАН Б.Н. Порфирьева, члена-корреспондента РАН В.И. Данилова-Данильяна; Российская академия наук, Институт народнохозяйственного прогнозирования. – М.: Науч. консультант, 2022. – 513 с.

7. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации № 165 от 22.12.2017 г. «Об утверждении гигиенических нормативов ГН 2.1.6.3492-17 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений». [Электронный ресурс]. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201801090023?ysclid=lpfaqzmn8l783828> (дата обращения 29.10.2023).

8. Постановление Правительства Санкт-Петербурга года № 552 от 30.06. 2014 г. «О государственной программе Санкт-Петербурга «Развитие транспортной системы Санкт-Петербурга» (с изменениями на 17.10.2023 г.). [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/822403631?ysclid=lpc72qswi1343801351> (дата обращения 29.10.2023).

9. Genikhovich, E.L., Gracheva, I.G., Onikul, R.I., Filatova, E.N. 2002. Air pollution modeling at urban scale – Russian experience and problems. *Water, Air & Soil Pollution: Focus* 2 (5-6) 501-512.

10. Приложение Б «Межгосударственного стандарта ГОСТ 32965-2014 «Дороги автомобильные общего пользования методы учета интенсивности движения транспортного потока», введенного в действие приказом Росстандарта от 31.08.2016 № 997-ст.

11. Методика определения выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух от автотранспортных потоков, движущихся по автомагистралям Санкт-Петербурга, утверждена Распоряжением Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности № 33-р от 29.01.2019. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.gov.spb.ru/static/writable/ckeditor/uploads/2018/08/29...pdf> (дата обращения 29.10.2023).

12. Решение Комиссии Таможенного союза № 877 от 09.12.2011 «О принятии технического регламента Таможенного союза «О безопасности колесных транспортных средств» (ред. от 27.09.2023). [Электронный ресурс]. – URL: <https://legalacts.ru/doc/reshenie-komissii-tamozhennogo-soiuza-ot-09122011-n-877-o/?ysclid=lpfchgsuyg952550441> (дата обращения 29.10.2023).

УДК: 338.47

УЧАСТИЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА В РАЗВИТИИ СЕВЕРНОГО МОРСКОГО ПУТИ: СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД

*Серба Елизавета Станиславовна – начальник Сектора проектной деятельности
Комитет Санкт-Петербурга по делам Арктики*

Аннотация. В связи с утверждением Правительством Российской Федерации Плана развития Северного морского пути до 2035 года для Санкт-Петербурга представляется актуальным задействовать наибольшее количество компаний города к его реализации. В работе анализируется возможность системного использования компетенций организаций и предприятий Санкт-Петербурга в реализации Плана развития Северного морского пути. По результатам проведенной работы выделены основные арктические направления организаций города.

Ключевые слова: Арктика, Северный морской путь, потенциал Санкт-Петербурга, арктические компетенции

PARTICIPATION OF ST. PETERSBURG IN THE DEVELOPMENT THE NORTHERN SEA ROUTE: A SYSTEM APPROACH

*Serba Elizaveta S. – Head of the Projects Sector
Saint Petersburg Committee for Arctic Affairs*

Abstract. The Government of the Russian Federation has approved a Plan for the development of the Northern Sea Route until 2035, and it seems relevant for St. Petersburg to involve the city's companies in the implementation of the Plan. The article analyzes the possibility of systematic use the competencies of St.Petersburg organizations in the implementation of the Development Plan of the Northern Sea Route. Based on the results of the conducted work, the main arctic directions of the city organizations are highlighted.

Keywords: Arctic, Northern Sea Route, potential of St. Petersburg, arctic competencies

Правительством Российской Федерации распоряжением от 1 августа 2022 года № 2115-р утвержден план развития Северного морского пути до 2035 года. В рамках данного исследования проведен анализ указанного документа и сформированы предложения по возможному участию предприятий и организаций Санкт-Петербурга в мероприятиях плана развития Северного морского пути до 2035 года.

Санкт-Петербург обладает всей необходимой транспортно-логистической и портовой инфраструктурой. На территории города свою деятельность осуществляют более 200 предприятий и организаций города, обладающих арктическими компетенциями в сфере проектирования судов и инфраструктурных объектов, судостроения, судоремонта, связи, микроэлектроники, беспилотных летательных аппаратов, логистики, научных исследований и разработок.

В этой связи представляется возможным привлечь организации и предприятия города к реализации мероприятий Плана развития Северного морского пути до 2035 года, утвержденного распоряжением Правительства Российской Федерации от 01.08.2022 № 2115-р.

План включает порядка 150 мероприятий, на реализацию которых предусмотрено 1,8 трлн рублей. Указанный план структурирован по пяти основным направлениям: грузовая база; транспортная инфраструктура; грузовой и ледокольный флот; безопасность судоходства по Северному морскому пути; управление судоходством и развитие судоходства по Северному морскому пути.

Раздел 1 Плана «Грузовая база» направлен на развитие экспортной и перспективной грузовой базы, а также каботажных и транзитных перевозок по Северному морскому пути. На финансирование мероприятий данного раздела предусмотрено 7,84 млрд руб. из федерального бюджета.

В 2022 и 2023 годах в период летне-осенней навигации Большой порт Санкт-Петербург несколько раз был отправной точкой атомного лихтеровоза «Севморпуть», проходящего по Северному морскому пути на Дальний Восток. Таким образом, наш город уже является участником реализации пункта 1.2.1 Плана «Организация регулярных каботажных рейсов по акватории Северного морского пути из портов Северо-Запада России на Дальний Восток и в обратном направлении в количестве не менее 2 рейсов в год».

Стоит отметить, что дополнительное стимулирование в развитии каботажных перевозок по СМП, а также укрепление роли Санкт-Петербурга как полноправного участника организации судоходства по СМП оказало предоставление субсидии на организацию перевозок по маршруту Большой порт Санкт-Петербург – порт Владивосток (или порт Восточный) и в обратном направлении, пролегающему в том числе в акватории Северного морского пути. Порядок предоставления указанной субсидии утвержден постановлением Правительства Российской Федерации от 18.03.2022 № 397 «Об утверждении Правил предоставления из федерального бюджета субсидии на государственную поддержку организации регулярных перевозок по Северному морскому пути» (с учетом изменений, внесенных 19.09.2022 постановлением Правительства РФ № 1645).

Раздел 2 Плана «Транспортная инфраструктура» направлен на развитие портовой инфраструктуры, а также сопутствующей наземной транспортной инфраструктуры, железнодорожных и речных транспортных коридоров в целях увеличения грузопотока по Северному морскому пути, дноуглубление в акватории Северного морского пути и в прилегающих морских акваториях, а также в реках, впадающих в такие акватории. На финансирование мероприятий данного раздела предусмотрено 791,84 млрд руб., в том числе 121,59 млрд руб. из внебюджетных источников.

Согласно пункту 2.1.4. Плана, предусмотрено строительство морского терминала на мысе Наглейнын в морском порту Певек (Чукотский автономный округ). На данное мероприятие запланировано финансирование в объеме 30,6 млрд рублей. Предприятия и организации Петербурга имеют большой опыт в строительстве объектов портовой инфраструктуры, в частности, в арктических регионах России. В этой связи представляется

возможным привлечь их к реализации масштабного инфраструктурного проекта в Чукотском автономном округе.

В соответствии с пунктом 2.2.3. Плана, запланировано строительство железнодорожных подходов к транспортно-логистическому узлу для перевалки транзитных контейнерных грузов в северо-западной части Российской Федерации. На эти цели предусмотрено финансирование в объеме 26 млрд руб. Принимая во внимание наличие грузовых железнодорожных терминалов Санкт-Петербурга, существует возможность формирования на территории города перевалочной базы контейнерных грузов для их дальнейшего направления по железной дороге к портам Северного морского пути.

Раздел 3 Плана «Грузовой и ледокольный флот» направлен на развитие арктического грузового и ледокольного флота, создание и развитие арктических судостроительных и судоремонтных производственных мощностей. На финансирование мероприятий данного раздела предусмотрено 539,06 млрд руб., в том числе 276,76 млрд руб. из внебюджетных источников.

В рамках данного раздела предполагается строительство судов различного класса под различные задачи, включая суда снабжения для обеспечения «северного завоза», транспортные суда ледового класса, суда для перевозки сверхтяжелых и негабаритных грузов, танкеры-газовозы, контейнеровозы, ледоколы, суда атомно-технологического обслуживания и пр.

На территории Санкт-Петербурга расположены судостроительные верфи, производственные возможности которых позволяют реализовать строительство всех заявленных в Планах судов. Так на АО «Балтийский завод» осуществляется строительство универсальных атомных ледоколов проекта 22220, АО «Адмиралтейские верфи» в 2022 году закончило строительство уникального научно-экспедиционного судна – ледостойкой самодвижущейся платформы «Северный полюс» и начало строительство нового научно-экспедиционного судна «Иван Фролов», АО «Средне-Невский судостроительный завод» осуществляет строительство пассажирских судов ледового класса «река-море» проекта А45-90.2.

Раздел 4 Плана «Безопасность судоходства по Северному морскому пути» направлен на создание арктической спутниковой группировки, развитие гидрографического и гидрометеорологического обеспечения судоходства в акватории Северного морского пути, а также развитие аварийно-спасательной инфраструктуры, кадрового и медицинского обеспечения судоходства, обеспечение экологической безопасности судоходства. На финансирование мероприятий данного раздела предусмотрено 438,04 млрд руб., в том числе 6,77 млрд руб. из внебюджетных источников.

В рамках данного раздела для предприятий Санкт-Петербурга может представлять интерес участие в реализации пунктов 4.2.2., 4.2.3., 4.4.1. и 4.4.2. Плана в части строительства судов гидрографического флота и аварийно-спасательного флота для Северного морского пути. Как было отмечено ранее судостроительные предприятия города обладают широким перечнем компетенций, в число которых входит и создание судов гидрографического и аварийно-спасательного флота.

Кроме того, пунктом 4.2.4. Плана предусмотрено проведение гидрографических исследований в акватории Северного морского пути за счет средств субсидии из федерального бюджета. В этой связи представляется возможным привлечь к проведению исследований расположенный в Санкт-Петербурге ведущий научный центр по изучению полярных областей земли – Арктический и антарктический научно-исследовательский институт.

Большая работа будет проведена в рамках реализации мероприятий, направленных на гидрометеорологическое обеспечение. Так пунктом 4.3.1. Плана предусмотрена модернизация наземной гидрометеорологической сети наблюдения в Арктической зоне Российской Федерации. Предприятия нашего города, в том числе участники Научно-производственного арктического кластера Санкт-Петербурга, осуществляют разработку и производство различных систем гидрометеорологии, а также датчиков и специальных устройств.

Пунктом 4.3.3. Плана запланировано развертывание сети дрейфующих гидрометеорологических буев в акватории Северного Ледовитого океана. Промышленные и научно-производственные компании Санкт-Петербурга имеют опыт производства гидрометеорологических буев для работы в суровых климатических условиях, их установки и дальнейшего обслуживания. Предлагается также использовать лучшие технологии Петербурга на благо арктического региона.

Пунктом 4.3.5. Плана предусмотрено выполнение научно-исследовательской работы по уточнению (созданию) локальных математических моделей дрейфа льда для различных районов акватории Северного морского пути с учетом увеличения массива получаемых данных, в том числе данных дрейфующих буев. К исполнению данного пункта возможно привлечение научно-образовательных учреждений Санкт-Петербурга, которые осуществляют исследования и разработки по визуализации ситуаций в акватории Северного морского пути на основе принципа «больших данных» и математического моделирования.

Согласно пункту 4.6.2. Плана, предполагается создание системы государственного экологического мониторинга в акватории Северного морского пути. В настоящее время участник Научно-производственного арктического кластера Санкт-Петербурга ИПТ РАН уже инициирован кластерный проект по разработке теоретических основ построения интеллектуальной системы экологической безопасности (ИСЭБ) АЗРФ, результаты которого можно использовать при реализации указанного пункта Плана.

В соответствии с пунктом 4.7.2. Плана, поручено обеспечить подготовку необходимых кадров с учетом потребностей развития Северного морского пути. Петербургские организации высшего и среднего специального образования реализуют широкий спектр образовательных программ и осуществляют подготовку кадров для обеспечения инфраструктуры и судоходства по Северному морскому пути, в том числе по программам дополнительного профессионального образования.

Раздел 5 Плана «Управление судоходством и развитие судоходства по Северному морскому пути» направлен на анализ и прогнозирование судопотока, обеспечение информационными и цифровыми услугами в акватории Северного морского пути и развитие международного сотрудничества. На финансирование мероприятий данного раздела предусмотрено 13,73 млрд руб., в том числе 1,43 млрд руб. из внебюджетных источников.

Петербургские организации реализуют значительное число проектов в сфере цифровизации и информационных технологий, в частности, в рамках деятельности Научно-производственного арктического кластера инициированы и реализуются кластерные проекты: «Высокоширотная радиолокационная станция «Автономный радиолокационный пост», «Высокоточная навигационная система для акватории СМП», «Всеволновая радиосеть навигации и обмена данными на СМП», «Аппаратно-программный комплекс для обеспечения безопасности мореплавания», «Создание автоматизированной адаптивной сети радиосвязи в АЗРФ» и «Разработка интеллектуальной системы поддержки принятия решения по поиску судов». Продвижение указанных проектов может благоприятно сказаться на реализации пунктов 5 раздела Плана.

В заключение стоит отметить, что Санкт-Петербург в среднесрочной перспективе может стать полноценным участником развития Северного морского пути при условии системного участия организаций города в реализации Плана развития Северного морского пути до 2035 года.

Список литературы

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 01.08.2022 № 2115-р «Об утверждении плана развития Северного морского пути на период до 2035 года». [Электронный ресурс]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_423713/f62ee45faefd8e2a11d6d88941ac66824f848bc2/ (дата обращения 01.11.2023).
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 18.03.2022 № 397 «Об утверждении Правил предоставления из федерального бюджета субсидии на государственную

поддержку организации регулярных перевозок по Северному морскому пути». [Электронный ресурс]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_412154/92d969e26a4326c5d02fa79b8f9cf4994ee5633b/ (дата обращения 01.11.2023).

3. Смирнов А.Ю. План развития Северного морского пути до 2035 года как инструмент государственной инновационной политики // Вестник университета. – 2023. – № 4. – С. 57-64.

4. Волкова А.А., Никитин Ю.А., Серба Е.С. Методы и модели, используемые при принятии логистических решений в Арктической зоне Российской Федерации // Инновационный потенциал цифровой экономики: состояние и направления развития: материалы 2-й Международной научно-практической конференции. – Курск: Юго-Западный государственный университет. – 2022. – С. 93-98.

5. Малыгин И.Г., Цыганов В.В. Комплекс моделей для управления стратегическим развитием транспортной инфраструктуры Сибири, Дальнего Востока и российской Арктики в условиях изменения климата // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2022: материалы Юбилейной международной научно-практической конференции. – СПб.: ИПТ РАН. – 2022. – Т. 1. – С. 19-23.

6. Меринова А.С. Развитие Северного морского пути в условиях современных геополитических и экономических вызовов // Фундаментальные и прикладные вопросы транспорта. – 2023. – № 1(8). – С. 5-10.

7. Николаева А.Б. Ледокольный атомный флот как фактор развития Северного морского пути // Север и рынок: формирование экономического порядка. – 2022. – Т. 25, № 3(77). – С. 158-170.

УДК 338.47

ГЕОПОЛИТИЧЕСКИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ СЕВЕРНОГО МОРСКОГО ПУТИ

Митько Арсений Валерьевич – кандидат технических наук, доцент, доцент
Всероссийский НИИ метрологии имени Д.И. Менделеева;
доцент

Северо-Западный институт управления – филиал РАНХиГС

Сидоров Владимир Константинович – научный сотрудник

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России имени Героя
Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева

Аннотация. В работе рассматриваются тенденции развития Северного морского пути в сложных условиях современной геополитической обстановки. В настоящее время идет активное строительство этой транспортной магистрали, предлагаются прогнозы и аналитические выкладки на ближайшую и среднюю перспективы. Особое внимание уделяется взаимоотношениям государств-интересантов в Арктической зоне Российской Федерации.

Ключевые слова: Северный Морской путь, Арктика, транспортные коммуникации, Арктическая инфраструктура, полезные ископаемые, контейнеровозы, Арктические месторождения.

GEOPOLITICAL PROSPECTS OF THE NORTHERN SEA ROUTE

Mitko Arseniy V. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Associate Professor

St. Petersburg Research Institute of Metrology named after D.I. Mendeleev;

*Associate Professor
Northwestern Institute of Management RANE and PA
Sidorov Vladimir K. – Researcher
St. Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia*

Abstract. The work examines the development trends of the Northern Sea Route in the difficult conditions of the modern geopolitical situation. Currently, active construction of this transport route is underway, forecasts and analytical calculations are offered for the near and medium term. Particular attention is paid to the relationships of the interested states in the Arctic zone of the Russian Federation.

Keywords: Northern Sea Route, Arctic, transport communications, Arctic infrastructure, minerals, container ships, Arctic deposits.

Геополитические риски проекта развития Северного морского пути

Перспективы развития Северного морского пути (далее СМП) как национальной транспортной коммуникации Российской Федерации являются отражением более общих рисков, вытекающих из неурегулированности международно-правового статуса Арктики, что является источником растущей напряженности в регионе, провоцирует потенциальные конфликты как между пятью приарктическими государствами (Россией, США, Канадой, Данией и Норвегией) по поводу разграничения арктического шельфа, так и между более широким кругом государств (включая неарктические страны ЕС, Китай, Индию, Японию и др.) по поводу условий участия в разработке природных ресурсов Арктики и обеспечения свободы мореходства в регионе.

Вследствие глобального потепления, приводящего к таянию арктических льдов и увеличивающего периоды «чистой воды» на трассе СМП, а также появления новых технологий, делающих экономически оправданным освоение природных ресурсов арктического шельфа, растёт заинтересованность приарктических и ряда неарктических стран в разработке природных ресурсов Арктики и установлении тех или иных форм своего контроля как над ресурсами, так и над путями их транспортировки (важнейшим из которых в обозримой перспективе является и будет оставаться СМП).

Исходя из этого, ключевым геополитическим риском для СМП является рост устремлений заинтересованных стран к выведению де-юре или де-факто данной морской трассы из-под национального контроля России и установление «внешнего управления» (интернационального или фактического контроля над СМП одной из ведущих экономических и военных держав: США или Китая) под предлогом обеспечения свободы судоходства и устранения национальных ограничений.

Противодействие реализации данного риска предполагает использование спектра мер дипломатического, экономического и военного характера. Однако, как будет продемонстрировано далее, в текущей внешнеполитической ситуации, которая по всем признакам грозит затянуться на длительное время, возможности использования этих мер (в первую очередь экономических) становятся все более ограниченными.

В связи с этим обоснованные опасения вызывает вероятность успешной реализации Плана развития СМП до 2035 года, утвержденного распоряжением Правительства Российской Федерации от 1 августа 2022 года №2115-р [1], в том числе окупаемость проектов, обеспечивающих грузовую базу, и всей программы в целом.

Вследствие действия антироссийских экономических санкций, растущих страновых рисков и ожидаемого долгосрочного снижения спроса на углеводороды, обостряется проблема формирования достаточной грузовой базы, растут риски задержки или трудности реализации отдельных проектов развития инфраструктуры, отсутствия спроса на транзитные перевозки по СМП.

В заключение данного раздела проанализированы возможные варианты (сценарии) дальнейшего развития геополитической ситуации вокруг Арктики и СМП, оценена

вероятность реализации и предпочтительность каждого из них, исходя из национальных интересов страны.

Неопределенность правового статуса Арктики

Арктический регион в XXI веке приобретает все более важное значение и, соответственно, вызывает все более пристальный интерес растущего круга государств и политических объединений по нескольким причинам:

Во-первых, в регионе находятся большие запасы энергетических ресурсов, от освоения и эффективной эксплуатации которых, как отмечают многие эксперты, может зависеть будущее многих стран.

Во-вторых, в Арктике находятся редкие и редкоземельные металлы, минералы, руды и разные сырьевые ресурсы, имеющие стратегическое значение.

В-третьих, в водах Арктики имеются огромные биологические ресурсы мирового значения. Моря Арктики служат ареалом существования множества уникальных видов животных и рыб. Арктические и субарктические воды населяют более 150 видов рыб, в том числе важнейшие для рыбного промысла.

Сложность решения проблемы правового режима Северного Ледовитого океана и прибрежных арктических морей обусловлена разными подходами к определению этого участка земного шара.

С одной стороны, он может рассматриваться как открытое море со всеми вытекающими из этого понимания международно-правовыми последствиями.

С другой стороны, Северный Ледовитый океан в своей значительной части представляет ледяную поверхность и поэтому может рассматриваться как особый вид государственной территории пяти прилегающих к нему стран мира (России, Канады, США, Норвегии и Дании), которые разделили океан на полярные секторы, а все земли, острова, и покрытые льдом поверхности, находящиеся в пределах полярного сектора той или иной страны, считают входящими в состав государственной территории.

Целью секторального разделения Арктики является стремление указанных выше приарктических государств, в частности России, исключить из действия общих установлений международного морского права районы, географические и климатические особенности которых делают их особо значимыми для этих государств.

Экономической основой секторального подхода является стремление приарктических государств получать особого рода ренту – доход от продажи заинтересованным инвесторам (в том числе третьих стран) права доступа к разработке ресурсов мирового океана и морского дна, а также доступа к судоходным путям в границах соответствующего сектора.

При этом в силу суровости климата Арктики, объемности и сложности условий реализации ни один крупный проект не может быть реализован какой бы то ни было арктической страной в одиночку [2].

На сегодня основные интересанты, имеющие притязания в Арктическом регионе:

- пять официальных арктических государств: Россия, Норвегия, Дания, Канада и США;
- страны, не имеющие прямого выхода к Северному Ледовитому океану, но находящиеся в непосредственной близости к Полярному кругу: Исландия, Швеция и Финляндия;
- международные организации стран Запада (НАТО, Европейский союз);
- страны Азии, а именно Китай, Южная Корея, Япония, Индия и так далее.

Неарктические государства готовы вкладывать средства и технологии в освоение Арктики, однако не готовы платить ренту арктическим странам и, соответственно, считают принцип секторального деления Арктики несправедливым и препятствующим эффективному освоению природных богатств данного региона.

Так Финляндия, Швеция, Китай, Япония, Южная Корея и др., не имеющие статуса полярных стран, считают, что политика арктических государств, стремящихся «поделить» Арктику между собой, является недальновидной и дестабилизирующей ситуацию в регионе.

Эти страны рассматривают ресурсы Арктики как достояние всего человечества, и поэтому и поэтому считают, что освоение её природных богатств должно проходить в рамках максимально широкого международного сотрудничества. Все желающие и имеющие для этого технические и финансовые возможности страны должны иметь доступ к эксплуатации ресурсов этого региона, для чего нужно выработать дополнительные международно-правовые договоренности.

Важным обстоятельством является также то, что в соответствии с Конвенцией государство в своей исключительной экономической зоне имеет исключительное право:

на разведку, разработку и сохранение природных ресурсов как живых, так и неживых, в водах, покрывающих морское дно, на морском дне и в его недрах;

юрисдикцию в отношении:

- создания и использования искусственных островов, установок и сооружений;
- морских научных исследований;
- защиты и сохранения морской среды.

При этом в исключительной экономической зоне все государства пользуются свободами судоходства и полетов, прокладки подводных кабелей и трубопроводов, другими правомочными с точки зрения международного права видами использования моря [3].

Неурегулированность правового статуса подогревает дискуссии о возможном «переделе» Арктики, не исключая, в том числе, и силовые методы. Стимулом к этому станет желание взять под контроль арктические ресурсы, «оттеснив» от их разработки другие государства, выступающие в роли конкурентов.

Одним из теоретических сценариев вооруженного конфликта может стать борьба за раздел месторождений углеводородов на арктическом шельфе. Участниками такого конфликта могут стать все арктические страны притом в любых коалициях. Однако, вероятность такого сценария в настоящее время ничтожна по причине отсутствия технологий добычи нефти и газа с океанского дна при наличии ледового покрова.

Однако по мере дальнейшего глобального потепления, ведущего к уменьшению площади льдов, и прогресса технологий добычи ситуация может измениться [4].

Несколько более вероятным представляется конфликт в форме столкновения ВМС сторон из-за нерешенности проблем судоходства в Арктике при условии освобождения транспортных коммуникаций ото льда на продолжительный период.

При этом может возникнуть конфликт по поводу принадлежности тех или иных акваторий (в частности, Северного морского пути) и контроля над ними. Причем в такой конфликт могут быть втянуты уже не только приарктические страны, но и весь блок НАТО, а также Евросоюз.

Однако вероятность реализации и этого сценария невысока.

Сама по себе неурегулированность данного вопроса, влекущая необходимость сопровождения торговых судов боевыми кораблями, причем на всем маршруте через Арктику, сразу многократно увеличивает стоимость перевозок, тем самым ликвидируя выгоду сокращения маршрута. Теоретическим фактором возникновения конфликта в Арктике может стать также растущая активность в регионе Китая.

Учитывая большую численность населения, становится очевидно, что китайская сторона испытывает растущую необходимость в природных ресурсах, причем, судя по некоторым публикациям китайских авторов, в этой стране растет решимость захватывать необходимые ресурсы и территории, в том числе и с помощью военной силы.

Соединенные Штаты Америки, ведущая военная держава региона, расценивает подобную активность как угрозу своим стратегическим интересам, что может спровоцировать силовой конфликт.

Можно сказать, что данный сценарий наименее вероятен (оценка вероятности – менее 10%).

Несмотря на то, что проблема будет решена наиболее быстрым методом - вооруженным конфликтом, последствия этого могут быть очень серьезными: ущерб от разрыва

экономических связей, ущерб глобальной экологии и т.п. вплоть до ядерной катастрофы. Более того, ведение войны в таком сложном с точки зрения климата регионе требует колоссальных финансовых затрат и военной подготовки, к чему ни одна из сторон потенциального конфликта не готова.

Однако вероятность этого сценария, учитывая, с одной стороны растущее стремление все более широкого круга государств к установлению международного контроля над природными ресурсами и транспортными путями Арктики, а с другой стороны снижающиеся возможности противодействовать этим стремлениям, со временем становится все более низкой.

Список литературы

1. Распоряжение Правительства РФ от 1 августа 2022 г. N 2115-р «Об утверждении плана развития Северного морского пути на период до 2035 г.». [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/405010751/> (дата обращения 23.10.2023).

2. Митько А.В., Сидоров В.К. Идентичность Канады в Арктическом регионе на основе Северо-Западного прохода // Арктика XXI век. Гуманитарные науки. – 2023. – № 3. – С. 134-145. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.arcticjournal.ru/jour/article/view/120> (дата обращения 23.10.2023).

3. Митько А.В., Сидоров В.К. Развитие инфраструктуры портов Арктического бассейна Российской Федерации на ближайшую перспективу // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2021: материалы Международной научно-практической конференции. – СПб.: ИПТ РАН. – 2021. – С. 38-42.

4. Андреева Е.В., Исаулова К.Я. Перспективы развития СМП // Деловой журнал Neftegaz.RU. – 2021. – № 6(114). – С. 30-37. [Электронный ресурс]. – URL: <https://magazine.neftgaz.ru/articles/arktika/686530-perspektivy-razvitiya-smp/> (дата обращения 23.10.2023).

УДК 656.257

ЧЕТВЕРТАЯ ИНДУСТРИАЛЬНАЯ РЕВОЛЮЦИЯ И СТРАТЕГИЯ «ОДИН ПОЯС – ОДИН ПУТЬ» В КОНЦЕПЦИИ ТРАНСПОРТНОГО РАЗВИТИЯ

Яшин Михаил Геннадьевич – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры восстановления устройств автоматики, телемеханики и связи на железных дорогах Военного института Железнодорожных войск и военных сообщений

Военная академия материально-технического обеспечения им. Генерала армии А.В. Хрулева

Аннотация. В статье представлен анализ взаимодействия трендов и вызовов четвертой индустриальной революции (Индустрия 4.0) и инициативы Китая «Один пояс – Один путь», выделены ключевые направления развития инновационной деятельности в области транспортного строительства и эксплуатации. Высказаны как проблемные вопросы, возникающие в ответе на вызовы Индустрии 4.0, так и необходимые действия на возникающие вызовы современности. Отмечается необходимость корректировки направлений в подготовке специалистов транспортной направленности, возникающие при этом плоскости соприкосновения

Ключевые слова: Индустрия 4.0, Один пояс – Один путь, беспилотный транспорт, мультимодальный транспорт, интеллектуальные транспортные системы.

THE FOURTH INDUSTRIAL REVOLUTION AND THE «ONE BELT, ONE ROAD» DEVELOPMENT STRATEGY IN THE CONCEPT OF TRANSPORT DEVELOPMENT

Yashin Mikhail G. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department Restoration of Automation, Telemechanics and Communication Devices on Railways

Military Institute Railway Troops and Military Communications of the Military Academy of Logistics named after V.I. General of the Army A.V. Khrulev

***Abstract.** The article presents an analysis of the interaction of trends and challenges of the Fourth Industrial Revolution (Industry 4.0) and China's "One Belt, One Road" initiative, highlights key areas of innovation development in the field of transport construction and operation. The problematic issues arising in response to the challenges of Industry 4.0, as well as the necessary actions to meet the emerging challenges of our time are expressed. It is noted that there is a need to adjust the directions in the training of transport specialists.*

***Keywords:** Industry 4.0, One Belt – One Road, unmanned transport, multimodal transport, intelligent transport systems.*

Выдвинутая Китаем инициатива «Один пояс – Один путь» отражает идеалы и ценности всего человеческого сообщества, она также отражает попытку поиска новой модели международного взаимодействия, которая может дать положительный импульс мировому развитию и будет способствовать поддержанию всеобщего мира на планете. В рамках данной концепции Китай не претендует на экономическую гегемонию и не заявляет о своей исключительности.

На основе продолжения и развития духа древнего Шёлкового пути «Один пояс и один путь» призывает к выработке новых механизмов регионального экономического партнёрства, стимулированию экономического процветания вовлечённых стран, укреплению культурных обменов и связей во всех областях между разными цивилизациями, а также содействию миру и устойчивому развитию [1]. По официальным данным Китая «Один пояс и один путь» охватывает большую часть Евразии, соединяя развивающиеся страны, в том числе «новые экономики», и развитые страны. На территории Мегaproекта сосредоточены богатые запасы ресурсов, проживает 63 % населения планеты, а предположительный экономический масштаб достигает 21 трлн долларов США [2]. К 2022 году в данную инициативу вложено более 1 триллиона долларов [3].

Президент нашей страны Путин В.В. в своей речи в октябре 2023 года на международном форуме «Один пояс, один путь» отметил: «Выстраиваемая на таких базовых принципах инициатива «Один пояс, один путь» хорошо стыкуется с развивающимися в различных регионах интеграционными процессами, она созвучна нашему известному предложению – сформировать большое евразийское партнерство как пространство сотрудничества и взаимодействия единомышленников, где будут сопряжены самые разные интеграционные процессы: «Один пояс, один путь», Шанхайская организация сотрудничества, Ассоциация государств Юго-Восточной Азии (АСЕАН) и Евразийский экономический союз (ЕАЭС), который Россия успешно развивает вместе с партнерами по постсоветскому пространству». Российский президент привел в пример конкретные достижения: непреференциальное соглашение о сотрудничестве между членами ЕАЭС и КНР, международный коридор Север – Юг, модернизацию центрального участка Транссиба, строительство Северного широтного хода. «Работаем с зарубежными партнерами над прокладкой железнодорожных маршрутов из Центральной Сибири в южном направлении. Еще один коридор от Арктики на юг мы планируем на Дальнем Востоке», – добавил Путин, подчеркнув, что все эти проекты отражают «новую роль, которую играют страны Азиатско-

Тихоокеанского региона, Глобального Юга, другие центры роста и развития».

В рамках настоящей статьи следует отметить, что данные интеграционные процессы идут в условиях трендов и вызовов четвертой индустриальной революции («Индустрия 4.0»). Они выражают собой разворачивающуюся на наших глазах сингулярную фазу цивилизационного развития, в которой просматривается глобальный эволюционный сдвиг, масштабность которого сложно переоценить, основными характеристиками которого, по мнению многих экспертов, являются [4-6]:

- аналитика больших данных;
- искусственный интеллект;
- автономные роботы;
- автономный транспорт и беспилотные летательные аппараты (БПЛА);
- облачные вычисления;
- квантовые вычисления;
- интернет вещей;
- дополненная, виртуальная реальность и метавселенная;
- моделирование и симуляторы;
- трёхмерная печать;
- печатная электроника;
- нанотехнологии и нейротехнологии;
- блокчейн;
- информационная безопасность.

В рамках настоящей статьи следует отметить, что практически все из перечисленных аспектов Индустрии 4.0 имеют «двойное» назначение, иными словами, могут использоваться не только для мирных целей, но и для ведения вооружённого противоборства сторон, строго говоря именно так и обстоит в настоящее время реальное положение дел. Наибольшее распространение сейчас в вооружённой борьбе получают различные автономные роботы и беспилотные технологии.

Реализация Индустрии 4.0 сопровождается беспрецедентно ускоренным развитием и повсеместным распространением в широком спектре областей современного общества прорывных управленческих и технологических инноваций. Уникальность происходящих изменений настолько фундаментальна, что мировая история еще не знала подобной эпохи, как великих потрясений, так и потенциальных возможностей, возникающих в результате интеграции и гармонизации большого числа научных дисциплин и открытий.

При этом характеристическим проявлением, определяемым как технологическая сингулярность, выступает экспоненциальный рост научно-технического прогресса, ведущий к радикальному переосмыслению цивилизационного бытия.

Тематика представленной статьи лежит в плоскости «Индустрии 4.0» и стратегии «Один пояс – Один путь», и автор смеет предположить, что перевозки, в частности мультимодальные перевозки [7], находятся на пересечении этих двух не связанных между собой событий. Современный мир во всем своём многообразии не может существовать без транспорта, а именно перемещение грузов и пассажиров в пространстве должно занимать как можно меньшее время и быть максимально безопасным.

К сожалению, современный транспорт не обеспечивает возрастающих потребностей в перевозках, гибкости в условиях санкционного воздействия, в результате возникает ряд проблемных моментов, которые требуют своевременного решения.

К ним можно отнести: отсутствие высокоинтеллектуальных транспортных инфраструктур, интеллектуальной системы транспортной экологии, системы когнитивной транспортной безопасности и умной транспортной логистики. Также для построения интеллектуальной мультимодальной транспортной системы в РФ необходимо развивать элементы электронной мобильной экономики и транспортной телемедицины, ориентированной на мониторинг, диагностику и лечение транспортных средств и систем [8-10].

Возникают проблемы в подготовке соответствующих специалистов, предназначенных для проектирования, разработки и эксплуатации новых интеллектуальных транспортных систем. Тренды Индустрии 4.0 диктуют сдвиг вектора в потребности данных специалистов, однако современные образовательные стандарты и образовательные организации не всегда готовы на своевременную реакцию. В эксплуатации до сих пор находится значительное количество устаревших транспортных систем, которые также нуждаются в своевременном обслуживании с целью дальнейшей их безопасной эксплуатации.

Процесс индустриальных революций цикличен, на смену одной всегда приходит другая. И неизменно перевозки, и как следствие транспорт не могут быть вне контекста развития общих технологий и вызовов современности, в частности Индустрии 4.0. Предложенная Китаем инициатива «Один пояс – Один путь», отражает идеалы и ценности всего человеческого сообщества, может дать положительный импульс мировому развитию и будет способствовать поддержанию всеобщего мира на планете. Реакция на вызовы Индустрии 4.0 должна найти отклик в парадигмах развития транспорта во всём его многообразии от проектирования, эксплуатации до восстановления, а также подготовки соответствующих специалистов способных реализовывать данные процессы, ведь даже при наличии «искусственного интеллекта», без живого человеческого участия пока никак не обойтись.

Список литературы

1. Vision and Actions on Jointly Building Silk Road Economic Belt and 21st-Century Maritime Silk Road. Дата обращения: 20 октября 2015. Архивировано из оригинала 12 октября 2019 года. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.fmprc.gov.cn/eng/topics_665678/2015zt/xjpcxhbayzlt2015nnh/201503/t20150328_705553.html (дата обращения 20.10.2015).
2. 习近平"一带一路"构想战略意义深远 (Си Цзиньпин: «Один пояс и один путь» имеет большое стратегическое значение). Дата обращения: 20 октября 2015. Архивировано 22 декабря 2017 года. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/6282836> (дата обращения 20.10.2015).
3. Xi Jinping's Third Term Is a Tipping Point Beyond China Архивная копия от 11 октября 2022 на Wayback Machine // Time. [Электронный ресурс]. – URL: https://archive.org/details/PRESSTV_20221025_023155_SPOTLIGHT__Xi_Jinping_secures_third_term (дата обращения 10.10.2023).
4. Schwab K. The Fourth Industrial Revolution / Translated from English – Moscow: Publishing House «E», 2017. – 208 p.
5. Schwab K. Technologies of the Fourth Industrial Revolution / Translated from English – Moscow: Eksmo, 2018. – 320 p.
6. Skobelev P.O. Multi-agent technologies in industrial applications: to the 20th anniversary of the founding of the Samara Scientific School of Multi-agent systems // Mechatronics, automation, control. – 2010. – №. 12. – Pp. 33-46.
7. Транспортные технологии и глобализация в период 4-й индустриальной революции (проблемы и перспективы) / И. Г. Малыгин, Н. В. Шаталова, В. И. Комашинский [и др.] // Информация и космос. – 2018. – № 1. – С. 6-13.
8. Малыгин И.Г., Комашинский В.И. Особенности построения и архитектура перспективной интеллектуальной мультимодальной транспортно-логистической системы // Технологии построения когнитивных транспортных систем: материалы всероссийской научно-практической конференции. – СПб.: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2021. – С. 7-14.
9. Патент № 2798159 С1 Российская Федерация, МПК В61К 9/08, Е01В 35/00, В64С 39/02. беспилотный летательный измерительный комплекс: № 2022127857: заявл. 19.07.2022: опубл. 16.06.2023 / Р.А. Пантелеев, М.Г. Яшин, К.Н. Савинов [и др.].
10. Модульный восстановительный пункт сигнализации, централизации и блокировки Пантелеев Р.А., Яшин М.Г., Грошев В.А., Ломов В.А., Фомин С.Н., Фомин П.Н. Патент на изобретение 2747520 С1, 06.05.2021. Заявка № 2020111008 от 19.11.2019.

К СТРАТЕГИЧЕСКОМУ ПЛАНИРОВАНИЮ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ С УЧЕТОМ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Цыганов Владимир Викторович – доктор технических наук, профессор, заведующий отделом прогнозирования развития транспортных систем

Лемешкова Аlesia Валерьевна – младший научный сотрудник отдела прогнозирования развития транспортных систем

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

Аннотация. Изменение климата (ИК) приводит к росту частоты опасных явлений и интенсивности погодно-климатических воздействий на железнодорожную инфраструктуру (ЖИ). В связи с этим стратегическое планирование ЖИ включает анализ объектов ЖИ на предмет уязвимости к ИК, а также синтез управляющих воздействий – стратегий, долгосрочных планов, программ и проектов модернизации и строительства этих объектов. Рассмотрена статистика повреждений объектов ЖИ под воздействием погодно-климатических факторов, а также сопутствующих ущербов и затрат на восстановление объектов ЖИ. Предложены модельные, статистические, экспертные и сценарные методы оценки стоимости адаптации ЖИ к ИК.

Ключевые слова: железнодорожная инфраструктура, изменение климата, ущерб, затраты, стратегическое планирование, адаптация.

TO STRATEGIC PLANNING OF RAILWAY INFRASTRUCTURE TAKEN INTO ACCOUNT OF CLIMATE CHANGE

Tsyganov Vladimir V., Professor, Doctor of Science (Tech.), Chief Researcher of Department of forecasting the development of transport

Lemishkova Alesia V. – Junior Researcher of Department of forecasting the development of transport

Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences

Abstract. Climate change leads to an increase in the frequency of hazardous events and the intensity of weather and climate impacts on the railway infrastructure. In this regard, strategic planning should include an analysis of the infrastructure for vulnerability to the climate change, as well as a synthesis of control actions - strategies, long-term plans, programs and projects for the modernization and construction of the infrastructure taking into account the climate change. Statistics on damage to the infrastructure due to weather and climatic influences, as well as associated damage and costs for restoring the infrastructure, have been collected. Model, statistical, expert and scenario methods are proposed for estimating the cost of railway infrastructure adapting to the climate change.

Keywords: railway infrastructure, climate change, damage, costs, strategic planning, adaptation.

Железнодорожная инфраструктура) регулярно подвергается погодно-климатическим воздействиям, которые будут усиливаться по мере изменения климата [1]. Это делает актуальным исследование и разработки проблем стратегического планирования ЖИ с учетом ИК. Например, проблемы управления стратегическим развитием ЖИ Сибири, Дальнего Востока и Российской Арктики при ИК рассмотрены в [2].

Для компенсации роста интенсивности и частоты вредных погодно-климатических воздействий требуются дополнительные управляющие воздействия на ЖИ. В связи с долгосрочными трендами ИК, стратегическое планирование ЖИ предполагает:

- анализ объектов ЖИ (ОЖИ) на предмет подверженности влиянию ИК;
- синтез управляющих воздействий – стратегий, долгосрочных планов, программ и проектов развития (модернизации и строительства) ОЖИ с учетом ИК.

Анализ ОЖИ на предмет устойчивости к ИК включает изучение статистических данных об ущербах от происшествий на ЖИ по причинам погодно-климатического характера, а также о затратах на восстановление ОЖИ [3]. В [4] проанализированы 17 случаев аварий на ЖИ, из которых 2 – по причинам погодно-климатического характера. В [5] проанализированы 20 происшествий на ЖИ. Во всех этих случаях причина либо не указана, либо ею является «человеческий фактор». В [6] описаны 3 происшествия на ЖИ по причинам погодно-климатического характера. Но лишь в одном случае была указана сумма ущерба. В [7] приведены характеристики аварий на ОЖИ, в том числе одна – из-за погодно-климатического воздействия. Найдены восемь записей о происшествиях на ЖИ РФ из-за погодно-климатических воздействий [8]. Но лишь в двух из них указан размер ущерба. В [9] рассматриваются крупные аварии, происшедшие под влиянием погодно-климатических факторов. Однако транспортные аварии в [9] не рассмотрены. В связи с такой ограниченностью статистики, весьма актуальна разработка научно обоснованных методов сбора данных об ущербах от происшествий на ОЖИ по причинам погодно-климатического характера, а также о затратах на восстановление ОЖИ.

Синтез управляющих воздействий предполагает формирование прогнозов и оценок стоимости мероприятий по адаптации ОЖИ к ИК. Предварительные экономические оценки стоимости адаптации ОЖИ, подверженных влиянию ИК (кратко – оценки) могут быть получены с помощью математического моделирования, экспертных и статистических методов, а также сценарного подхода [10].

Модельные оценки основаны на построении и использовании математических моделей зависимостей, связывающих погодно-климатические факторы, экономические показатели ущерба и затрат от их воздействий, а также параметры управленческих решений, направленных на противодействие этим воздействиям. Для формирования таких зависимостей полезны модели эволюции транспортного комплекса, как составляющей социально-экономической системы, апробированные при стратегическом планировании ЖИ в ОАО «РЖД» [11].

Для исследования вариантов стратегического планирования ЖИ в условиях ИК в этих моделях могут быть учтены такие факторы ИК, как изменение среднегодовой температуры воздуха, вызванное парниковым эффектом, концентрацией CO₂ и CH₄ в атмосфере, а также изменение силы ветра и объемов осадков. Эти факторы непосредственно или косвенно влияют на технические и экономические показатели ЖИ. Характер этого влияния может быть выявлен путем анализа статистических данных о соответствующих погодно-климатических факторах, технико-экономических показателях, а также коэффициентов, связывающим инвестиции с уровнем безопасности функционирования ЖИ в условиях ИК.

Заметим, что получение экономических оценок внедрения адаптационных решений на объектах ЖИ, подверженных влиянию ИК (в том числе оценок инвестиций) на основе общепринятой для сложных крупномасштабных организаций (таких, как ОАО «РЖД») методологии системного инжиниринга на базе математических моделей (Model Based System Engineering [12]), сегодня затруднительно. Однако в перспективе, по мере разработки цифрового двойника ЖИ, модельные экономические оценки (в том числе оценки инвестиций) станут более надежными и предпочтительными.

Экспертные оценки основаны на участии высококвалифицированных специалистов разного профиля (в частности, экономических географов и специалистов по мерзлотоведению) и их согласованной работе. Ими разрабатываются методики формирования экономических оценок стоимости восстановления ОЖИ (в том числе путей и мостов) после вредных погодно-климатических воздействий [10]. Разрабатываются также методы экспертных оценок и прогнозирования технических и экономических последствий геологических процессов. Проводятся предварительные экономические оценки внедрения

адаптационных решений на ЖИ, в том числе оценки инвестиций на объекты ЖИ, подверженные влиянию ИК [10]. Анализируется отечественный и международный опыт оценок ущерба от опасных природных процессов для ОЖИ [1]. Учитывается пространственное многообразие и сезонная контрастность негативного воздействия опасных процессов и явлений на ЖИ [10].

Статистические оценки позволяют оценивать экономические аспекты воздействия ИК на ОЖИ на основе имеющейся статистики ущербов от погодно-климатических факторов и затрат на восстановление [3]. Прогнозирование инвестиций на предупреждение этих ущербов и затрат на восстановление поврежденных ОЖИ основано на концепции Министерства РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. Согласно этой концепции, среднее отношение величины инвестиций на предупреждение ущерба (и затрат на восстановление поврежденных объектов), к величине самого ущерба (и затратам на восстановление) при чрезвычайных ситуациях составляет примерно 1:10. Разумеется, возможны случаи, когда это соотношение не выполняется. Однако, в общем случае, целесообразно использовать следующее решающее правило: инвестиции нецелесообразны, если они больше ожидаемой величины ущерба или затрат на восстановление ОЖИ. Статистические методы также позволяют использовать сценарный подход.

Сценарные оценки получаются в результате построения сценариев влияния ИК на ЖИ [13]. Например, сценарный подход, основанный на математическом моделировании ЖИ в условиях неопределенности, был реализован при долгосрочном прогнозировании и стратегическом планировании в ОАО «РЖД» [14]. Варианты сценариев определяются набором значений экзогенных переменных модели и возможными значениями эндогенных параметров. Эти значения могут формироваться как исследователями, так и лицами, принимающими решения. Это позволяет проверить разные гипотезы изменения тех или иных параметров, и оценить последствия их принятия.

Для прогнозирования ущербов ОЖИ от погодно-климатических факторов, затрат на восстановление и инвестиций на их предупреждение, предлагается формировать следующие четыре сценария:

- инерционный, при котором погодно-климатические воздействия (и соответствующие ущербы и затраты на восстановление ОЖИ) в будущем практически не изменятся;
- частотный, при котором в перспективе ожидается заметный рост частоты погодно-климатических воздействий (и, соответственно, рост частоты происшествий, приводящих к ущербам и затратам на восстановление ОЖИ);
- интенсивный, при котором возрастет интенсивность погодно-климатических воздействий (и, соответственно, возрастут величины ущербов и затрат на восстановление ОЖИ);
- гибридный, при котором возрастут как частота, так и интенсивность погодно-климатических воздействий (и, соответственно, возрастет как частота происшествий, так и величины ущербов и затрат на восстановление ОЖИ).

При формировании частотного, интенсивного и гибридного сценариев используются разработки Росгидромета [15]. На их основе формируются коэффициенты усиления частоты и интенсивности погодно-климатических воздействий на ОЖИ на перспективу до 2050 г. С помощью этих коэффициентов рассчитывается число происшествий, величины ущербов, затрат на восстановление ОЖИ и инвестиций на предупреждение происшествий в каждом сценарии. Далее, выявляются общие последствия реализации указанных четырех сценариев. Эти общие последствия составляют основу принятия решений по предупреждению погодно-климатических рисков и угроз ОЖИ при ИК.

Предложенные модельные, статистические, экспертные и сценарные методы оценки стоимости адаптации ЖИ к ИК полезны для стратегического планирования ЖИ [2], а также

при формировании платформы стратегического управления транспортной инфраструктурой [16].

Список литературы

1. Савушкин С.А., Искоростинский А.И., Лемешкова А.В. Климатические причины железнодорожных аварий // ИТНОУ. – 2023. – № 2(21). – С. 19-24.
2. Малыгин И.Г., Гурлев И.В., Савушкин С.А., Макоско А.А., Мохов И.И., Еналеев А.К., Цвиркун А.Д., Цыганов В.В., Бородин В.А., Гавкалюк Б.В. Комплекс моделей для управления стратегическим развитием транспортной инфраструктуры Сибири, Дальнего Востока и Российской Арктики в условиях изменения климата. – СПб.: Университет ГПС МЧС России, ИПТ РАН, 2023. – 122 с.
3. Цыганов В.В., Савушкин С.А., Лемешкова А.В. Динамика железнодорожных происшествий, ущербов и затрат на их ликвидацию // ИТНОУ. – 2023. – № 2(21). – С.14-19.
4. Крупные железнодорожные аварии и катастрофы в мире в 2020-2021 годах. РИА Новости. [Электронный ресурс]. – URL: <https://ria.ru/20230407/pozhar-1863668168.html> (дата обращения 10.09.2023).
5. List of American railroad accidents. Wikipedia. [Электронный ресурс]. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_American_railroad_accidents (дата обращения 10.09.2023).
6. Железнодорожные катастрофы. [Электронный ресурс]. – URL: <https://namtaru.ru/railroad.html> (дата обращения 10.09.2023).
7. List of Russian rail accidents. Wikipedia. [Электронный ресурс]. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Russian_rail_accidents (дата обращения 10.09.2023).
8. Железнодорожные происшествия в РФ. [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyclowiki.org> (дата обращения 10.09.2023).
9. Ураганы, тайфуны. [Электронный ресурс]. – URL: <https://namtaru.ru/uragany-tajfuny.html> (дата обращения 10.09.2023).
10. Савушкин С.А., Горбунов В.Г., Лемешкова А.В. Методы оценки стоимости адаптации железнодорожной инфраструктуры к изменению климата // ИТНОУ. – 2023. – № 2(21). – С. 8-14.
11. Tsyganov V., Savushkin S. Modeling the transport complex of a socio-economic system // International Conference on Control Systems, Mathematical Modeling, Automation and Energy Efficiency. IEEE. – 2021. – Pp. 288-293.
12. Kossiakoff A., Sweet W., Seymour S., Biemer S. Systems engineering. Principles and practice. – New York: John Wiley. – 2011. – 559 p.
13. Цыганов В.В., Бородин В.А., Савушкин С.А. Сценарии влияния изменения климата на железнодорожную инфраструктуру // ИТНОУ. – 2023. – № 2(21). – С. 3-8.
14. Tsyganov V., Savushkin S. Model-software complex for predicting transport development // IFAC PapersOnLine. – 2022. – Vol. 55, № 1. –Pp. 186-191.
15. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории РФ. Росгидромет. – 2022. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.meteorf.gov.ru/upload/pdf_download/compressed.pdf (дата обращения 10.09.2023).
16. Цыганов В.В. К платформе стратегического управления транспортной инфраструктурой // Вестник УрГУПС. – 2023. – №2. – С.45-55.

ПОДХОДЫ ПО АДАПТАЦИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА К ИЗМЕНЕНИЯМ КЛИМАТА В УСЛОВИЯХ НЕПОЛНОТЫ ИНФОРМАЦИИ

Еналеев Анвер Касимович – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник отдела прогнозирования развития транспортных систем

Цыганов Владимир Викторович – доктор технических наук, профессор, заведующий отделом прогнозирования развития транспортных систем

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

Аннотация. Проведен анализ проблемы адаптации железнодорожной инфраструктуры к изменениям климата, выделены основные группы факторов, влияющие негативно на объекты железнодорожной инфраструктуры, определены проблемы неточности прогноза влияния этих факторов на объекты в условиях неполноты информации различной природы. Предложены подходы к оценке и отбору объектов для реализации адаптационных проектов и размещению инвестиционных средств.

Ключевые слова: изменение климата, адаптационные мероприятия, железнодорожный транспорт, инфраструктура, комплексная оценка риска, размещение инвестиций.

APPROACHES TO ADAPTING RAIL TRANSPORT TO CLIMATE CHANGE WITH INCOMPLETE DATA

Enaleev Anver K. – PhD, Leading Researcher of the Department for Forecasting the Transport Systems Development

Tsyganov Vladimir V. – Doctor of Science, Professor, Head Department for Forecasting the Transport Systems Development

Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences

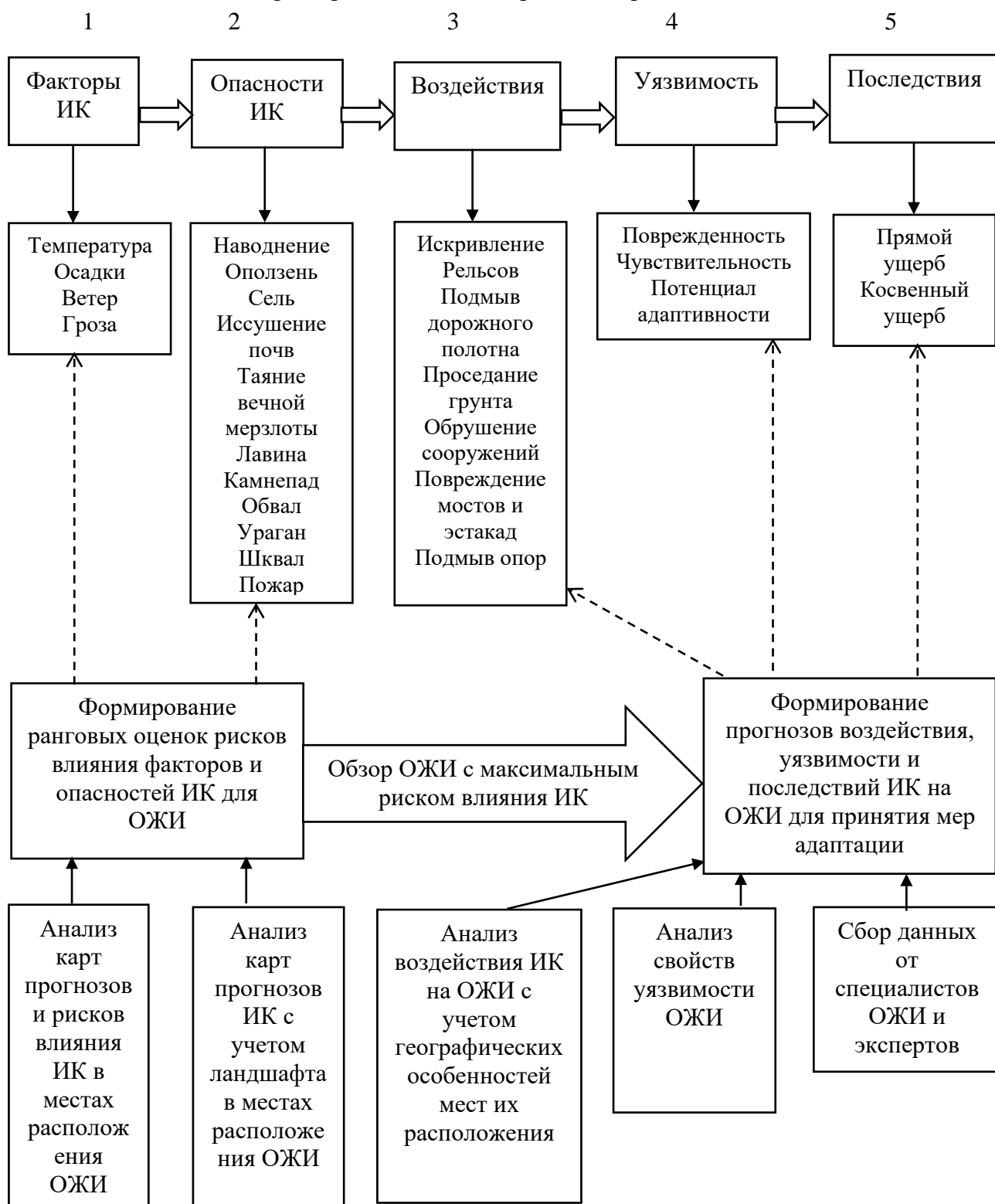
Abstract. The problem of railway infrastructure adaptation to climate change has been analysed, the main groups of factors negatively affecting railway infrastructure facilities have been identified, and the problems of inaccuracy of forecasting the impact of these factors on facilities under conditions of incomplete information of various kinds have been determined. Approaches to the assessment and selection of objects for the implementation of adaptation projects and the allocation of investment funds are proposed.

Keywords: climate change, adaptation measures, railway transport, infrastructure, comprehensive risk assessment, investment allocation.

В [1] проведен анализ мирового опыта применения мероприятий в области адаптации железнодорожного транспорта к изменениям климата (ИК). Особое внимание следует уделить анализу проблемы адаптации к ИК, приведенному в [2-4]. Опираясь на основные результаты анализа в указанных работах и описанию опыта реализации адаптационных мероприятий [4], а также на разработки в области организационного управления [5-7] и применения их при решении проблем железнодорожного транспорта, ниже предлагаются подходы к оценке риска негативного влияния ИК, отбора инфраструктурных объектов для проведения адаптационных мер и размещения инвестиций на реализацию этих мер.

На рисунке 1 приведена схема, описывающая последовательности и состав факторов ИК на объекты железнодорожной инфраструктуры (ОЖИ) и иллюстрирующая предлагаемые подходы для оценки риска и отбора ОЖИ для проведения адаптационных мер.

Учет факторов влияния ИК при оценке рисков ОЖИ



Методы оценки факторов риска ОЖИ в условиях неопределенности

Рисунок 1 – Учет факторов влияния изменения климата и подходы к проведению адаптационных мероприятий

На рисунке 1 представлена последовательность из 5 групп факторов «факторы ИК – опасности – воздействия – уязвимость – последствия». Каждой группе факторов соответствует неполнота данных и неточные исходные данные для принятия решений по адаптации. Это неточность и недостоверность прогнозов изменения климатических факторов, неопределенность факторов опасности на конкретных локациях и возникновения одновременно нескольких опасностей, неопределенность степени воздействия на объект с учетом географических особенностей местности и ландшафта, отсутствие надежных данных об уязвимости объектов, неопределенность в оценках предполагаемого ущерба на объектах в случае возникновения опасности с различной интенсивностью.

При указанных неопределенностях применение точных численных показателей для характеристики риска воздействия ИК на ОЖИ не представляется возможным. Поэтому предлагается разбить решение задачи определения адаптационных мероприятий к ИК на два этапа. На первом этапе осуществляется комплексная оценка подверженности ОЖИ климатическим опасностям. Методология комплексной оценки для отбора проектов представлена в [5,6]. Исходная информация для построения системы комплексного оценивания формируется из анализа карт прогнозов изменения климатических факторов. На рисунке 2 представлен пример карт, описывающих изменение сезонных сумм осадков.

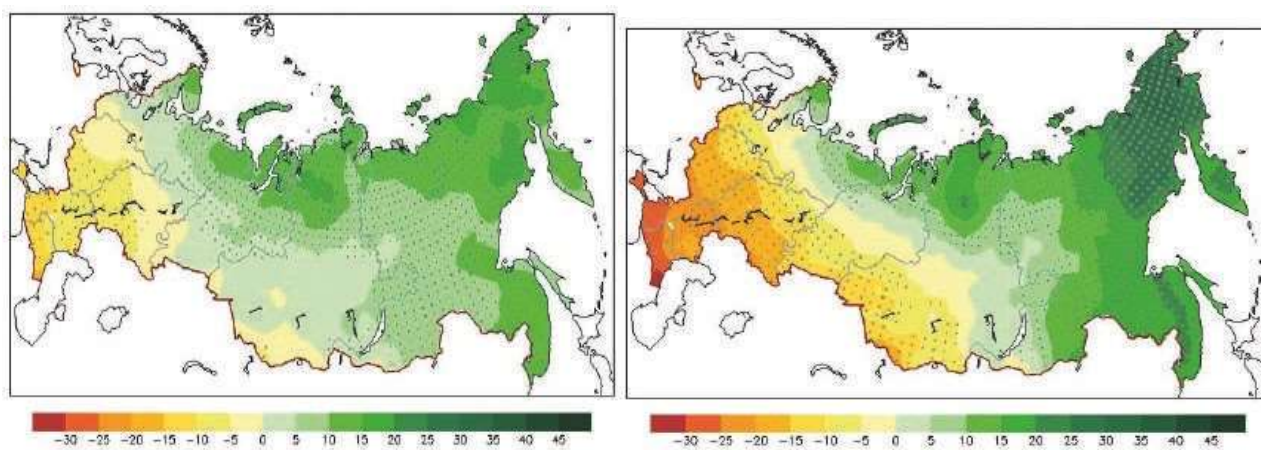


Рисунок 2 – Пример климатических карт, показывающий изменение средних сезонных (летних) сумм осадков (%) в период 2018-2100 гг. по отношению к периоду 1995-2014 гг. [8]

На участке расположения ОЖИ по картам рассматривается изменение степени окраски карт. Все изменения по всем рассматриваемым опасностям ИК делятся на 4 ранга, соответствующие критически неблагоприятным изменениям (ранг=4), сильным изменениям (ранг=3), слабым (ранг=2) и незначительным или отсутствующим (ранг=1). Такие действия выполняются для всех факторов опасностей. Затем полученные ранговые показатели сворачиваются в соответствии с установленным деревом свертки с использованием матриц свертки [5].

Полученные комплексные оценки для каждого рассматриваемого ОЖИ используются для отбора самых подверженных опасностям объектов. Упорядочим все рассматриваемые ОЖИ в порядке уменьшения ранга комплексной оценки. Таким образом определяются группы ОЖИ, подверженные разным степеням опасности. ОЖИ, имеющие ранг 4 и 3 комплексной оценки, подлежат дальнейшему обследованию и являются кандидатами размещения инвестиционных средств для проведения адаптационных мероприятий.

На втором этапе предлагается осуществить распределение инвестиционного фонда на основании данных, полученных при дополнительном обследовании наиболее подверженных опасностям объектов, используя алгоритмы, описанные в [7]. Для реализации этих алгоритмов формируются исходные данные, включающие экспертные оценки риска и требуемых затрат на адаптационные мероприятия на каждом ОЖИ-претенденте на инвестиции. Использование

этих алгоритмов позволяет найти оптимальное решение математической задачи распределения инвестиционного фонда.

Список литературы

1. Еналеев А.К., Цыганов В.В. Мировой опыт применения мероприятий в области адаптации железнодорожного транспорта к изменениям климата // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2022: материалы Международной научно-практической конференции. – СПб.: ИПТ РАН. – 2022.
2. Palin E.J., Stipanovic I., Gavin K., Quinn A.D. Implications of climate change for railway infrastructure. WIREs Climate change. – 2021. – Vol. 12(5). [Электронный ресурс]. – URL: <https://wires.onlinelibrary.wiley.com> (дата обращения 30.09.2022).
3. Operation and construction measures for ensuring climate-resilient railway infrastructure. Climate ADAPT.2021. [Электронный ресурс]. – URL: <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/metadata/adaptation-options/operation-and-construction-measures-for-ensuring-climate-resilient-railway-infrastructure> (дата обращения 30.09.2022).
4. Dawson R.J., Thompson D., Johns D., Wood R., Darch G., Chapman L., Hughes P.N., Watson G.R.V., Paulson K., Bell S., Gosling S.N., Powrie W., Hall J.W. A systems framework for national assessment of climate risks to infrastructure // Philosophical Transactions of the Royal Society A. – 2018. – Vol. 376. – P. 20170298.
5. Бурков В.Н., Еналеев А.К., Строгонов В.И., Федянин Д.Н. Модели и структура управления разработкой и внедрением инновационных средств и технологий (на примере железнодорожного транспорта) I. Механизмы отбора приоритетных проектов и распределения ресурсов // Управление большими системами. Вып. 74. – М.: ИПУ РАН. – 2018. – С.81-107.
6. 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.
7. Бурков В.Н., Еналеев А.К. Обобщенная задача о ранце // Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2018): материалы одиннадцатой международной конференции. – М.: ИПУ РАН. – 2018. – Т. 1. – С. 117-123.
8. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории РФ. Общее резюме. 2022. [Электронный ресурс]. – URL: https://meteor.gov.ru/upload/pdf_download (дата обращения 31.10.2023).

УДК 658.314.7:330.115

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ

Цыганов Владимир Викторович – доктор технических наук, профессор, заведующий отделом прогнозирования развития транспортных систем

Савушкин Сергей Александрович – кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник отдела прогнозирования развития транспортных систем

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

Аннотация. Проанализирована информация о железнодорожных происшествиях, вызванных климатическими причинами. Систематизированы климатические факторы, являющиеся их причинами. Предложена процедура систематизации и структуризации исходного множества факторов. Процедура использует родо-видовые и причинно-

следственные связи между факторами и выбор базового фактора посредством операций абстрагирования, конкретизации, поиска непосредственной причины.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, инфраструктура, происшествие, климат, фактор, статистика, причина, отношение, ущерб.

CLIMATIC FACTORS OF RAILWAY ACCIDENTS

Tsyganov Vladimir V., Professor, Doctor of Science (Tech.), Chief Researcher of Department of forecasting the development of transport

Savushkin Sergey A. – Ph.D. (math.), Leading Researcher of Department of forecasting the development of transport

Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences

***Abstract.** Information on railway accidents caused by climatic reasons has been analyzed. The climatic factors that cause them are systematized. A procedure for systematizing and structuring the initial set of factors is proposed. The procedure uses genus-species and cause-and-effect relationships between factors and operations of selecting a basic factor through the operations of abstraction, specification, and search for the immediate cause.*

***Keywords:** railway transport, infrastructure, incident, climate, factor, statistics, cause, attitude, damage*

В настоящее время являются актуальными работы, связанные с анализом влияния климата на функционирования инфраструктуры железнодорожного транспорта (ЖДТ) и выработкой соответствующей методологии управления железнодорожной инфраструктурой (ЖИ). В ИПТ РАН такие работы ведутся на протяжении ряда лет [1,2]. Методологической основой исследований является разработанная и развиваемая теории больших транспортных систем [3].

В рамках данной статьи получены статистические оценки ущербов от происшествий и расходов на их ликвидацию. С этой целью были выполнены следующие этапы:

- формирование статистически значимых массивов информации для получения надежных статистических оценок по направлениям воздействия климатических факторов на ЖИ;
- расчеты статистических характеристик ущербов и затрат на их ликвидацию по направлениям воздействия климатических факторов на ЖИ.

В основу исследований были положены статистические данные об ущербах от происшествий на ЖДТ России по причинам климатического характера и расходах на их ликвидацию.

Исходная классификация климатических факторов в статистической информации представлена понятиями, обозначающими причины происшествия. Используются следующие термины: стихийное бедствие, природное явление-дожди, чрезвычайная ситуация (ЧС), тайфун Джеби, неблагоприятные погодные условия-обильные осадки в виде дождя, ЧС – Ливневые дожди, ЧС (циклон), Тайфун «Талим», неблагоприятные погодные условия, природные явления, погодные условия, осадки-тайфун Лайонрок, осадки, ливень, паводок в бассейне реки Агадум, а также обильные осадки, размыв пути, размыв насыпи, паводок, Тайфун «Талим», размыв подпорной стенки и земляного полотна, оползень, просадка пути, спływ откоса насыпи с захватом обочины, проливной дождь, сход сели, осадки, ливень, сильный шторм с дождем, спływ селевого потока, сход оползня, циклон, спływ земляного полотна и откоса насыпи, сплзание грунта, дожди, спływ откоса земляного полотна, стихийное бедствие, спływ насыпи, размыв конусов моста, пути, земляного полотна.

Как видно из этого перечня, в понятиях имеются повторы, пересечения и нет уверенности, что данное множество понятий покрывает все множество погодно-климатических явлений, которые могут быть причиной железнодорожных происшествий.

Поэтому проведение статистического анализа на такой понятийной базе не даст нужного результата.

Для формирования статистически значимых массивов информации необходима агрегированная классификация направлений воздействия климатических факторов на ЖИ. Необходимо построение системы понятий, обладающее свойствами полноты (охват всех возможных погодно-климатических явлений) и непротиворечивости (в данном случае – отсутствие пересечений множеств, обозначаемых понятиями). Задача построения такой системы понятий является довольно сложной и, возможно, разрешимой только с некоторыми допущениями. Дело в том, что практическая классификация причин неточна по следующим причинам:

- климатических факторов достаточно много и между ними имеются различные отношения, такие как родо-видовые и причинно-следственные;

- причинами железнодорожных происшествий могут быть признаны различные климатические факторы, которые могут между собой коррелировать, например, осадки и наводнения, размывы;

- в государственной системе наблюдения за климатом имеются пробелы (например, расстояние между датчиками контроля климатических факторов достигает 300 км). Вследствие этого невозможно точно изменить климатические показатели и точно классифицировать причины происшествий и ущербов. Ликвидации этих пробелов способствовало бы создание ведомственной системы классификации причин ущербов на ЖДТ;

- в сложных ситуациях ущерб зависит не только от климатических воздействий, но и от других факторов. В таких случаях выделить размеры ущербов, нанесенных каждым отдельным фактором, в том числе климатическим, оказывается невозможным, а вопросы компенсации ущерба в страховых случаях нередко могут быть решены только в судебном порядке;

- сотрудники профильных климатических служб ЖДТ могут не обладать достаточной квалификацией для проведения точной классификации.

В основе процедуры построения агрегированной классификации климатических факторов лежат понятие базового фактора, который удовлетворяет следующим условиям:

- в цепочке причинно-следственных связей базовый фактор является непосредственной причиной происшествия (операция выбора базового фактора в этом случае называется «Непосредственная причина»), например, в цепочке причинно-следственных связей «осадки – сход сели – размыв» базовым фактором является «размыв»;

- в общей иерархии родо-видовых связей базовый фактор, обозначает различимое климатическое явление (операция «Конкретизация»), например, в иерархии «стихийное бедствие – обильные осадки – дождь» базовым фактором является «дождь»;

- в иерархии родо-видовых связей базовый фактор отвлечен от специфических особенностей климатического явления и от описательных деталей происшествия (операция «Абстрагирование»), например, в иерархии «ливень дождь» базовым фактором является «дождь».

Пусть в результате исследования причин происшествия были выделены несколько климатических причин, например, «паводок в бассейне реки Агадум; размыв конусов моста, пути, земляного полотна; размыв». Из двух факторов «паводок в бассейне реки Агадум; размыв конусов моста, пути, земляного полотна» операция «Непосредственная причина» выбирает фактор «размыв конусов моста, пути, земляного полотна». Из двух факторов «размыв конусов моста, пути, земляного полотна; размыв» операция «Абстрагирование» выбирает фактор «размыв». Базовым фактором является «размыв».

В полученной классификации дополнительно уточнялись климатические понятия, такие как: тайфун, циклон, дождь, оползень, паводок, размыв, спływ (оплыв, оплывина). Для уточнения использовалась специальная литература [4-7]. В ходе уточнения выяснилось, что

понятие «тайфун» является видовым по отношению к понятию «циклон». Это позволило связать понятие «тайфун «Талим»», имеющееся в исходной информации, с понятием «циклон».

Таким образом, была сформирована система агрегированных понятий и дальнейшие исследования проводились по этой системе понятий. В ходе исследований были построены различные графики динамики и диаграммы распределения происшествий. Например, две диаграммы приведены на рисунке 1.

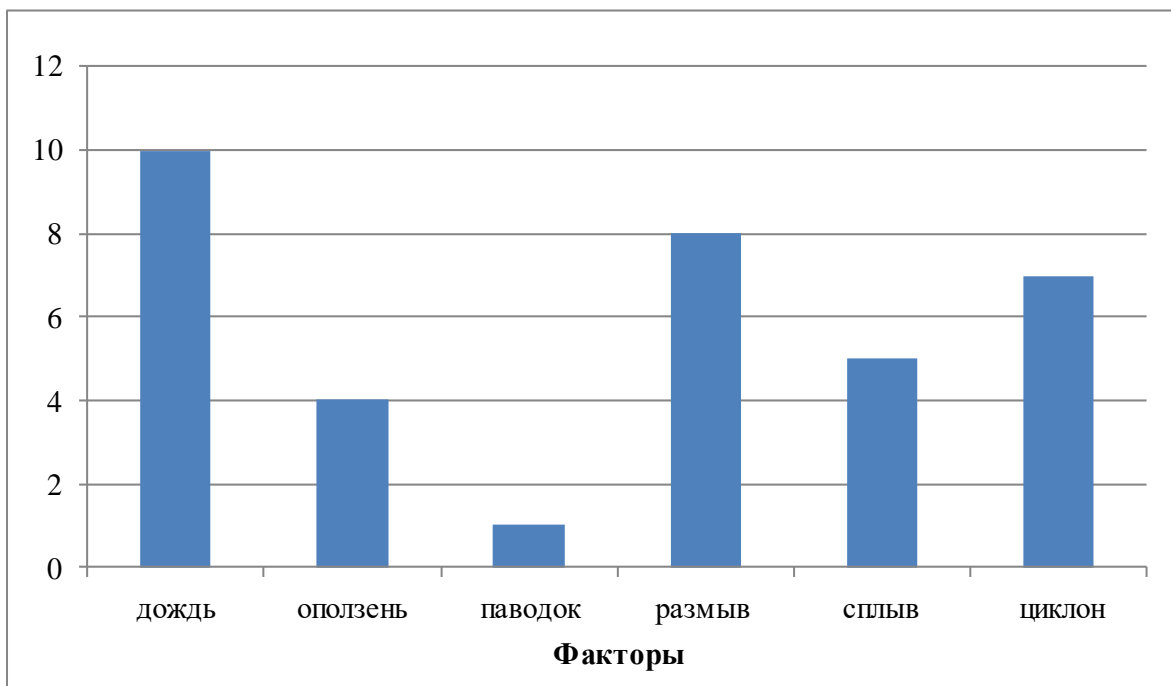


Рисунок 1 – Число происшествий по климатическим причинам

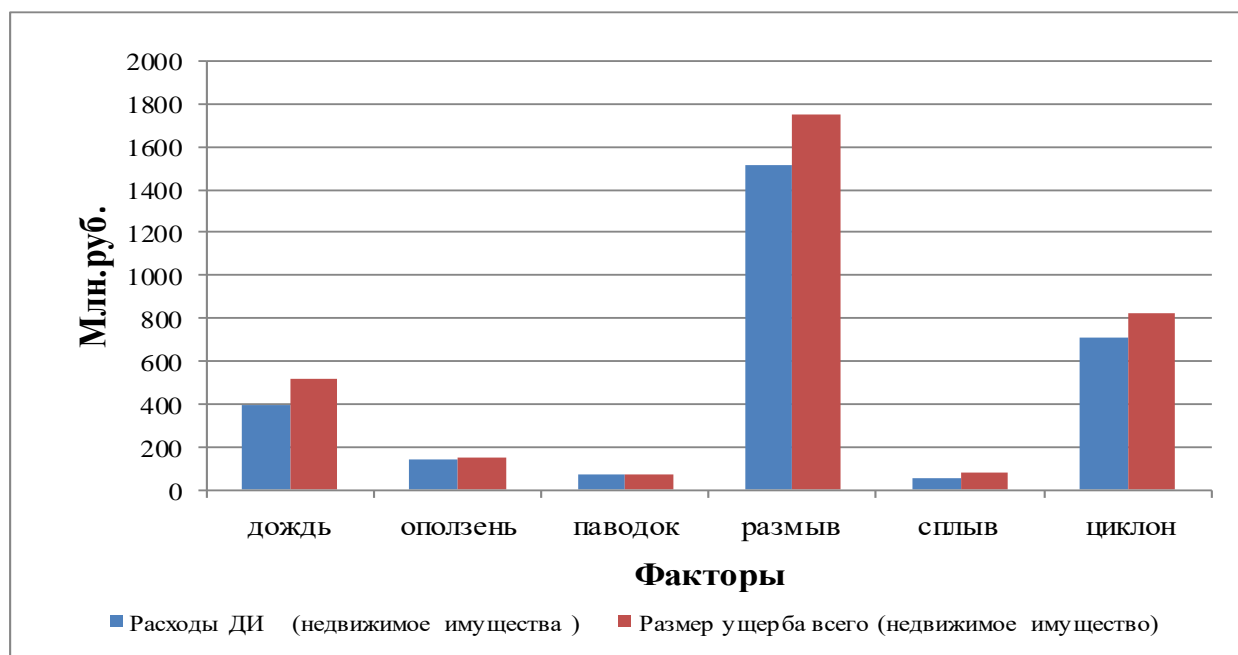


Рисунок 2 – Ущерб от воздействий климатических факторов

Как видно из рисунков, наибольшее число происшествий происходят из-за дождей, размывов и циклонов (рис. 1), а наибольший ущерб наносят размывы и циклоны (рис. 2).

Проведенное исследование является основой для разработки сценариев изменения климатических факторов, выполнения прогнозных оценок ущербов, расходов на их ликвидацию и инвестиций на их предупреждение, в том числе по направлениям воздействия климатических факторов на ЖИ.

Чтобы получить более точные детализированные экономические оценки ущербов и расходов, нужно актуализировать ущербы и расходы по направлениям ЖДТ. Для этого нужна информация о:

- стихийных бедствиях, природных явлениях и чрезвычайных ситуациях, связанных с климатическими воздействиями на ЖИ РФ, с указанием ущербов и расходов на их ликвидацию в денежном выражении;
- размерах инвестиций в мероприятия по противодействию негативным климатическим явлениям;
- существующих оценках размеров необходимых инвестиций в систему специализированной климатической информации ЖДТ, используемой для противодействия негативным климатическим явлениям.

Список литературы

1. Малыгин И.Г., Гурлев И.В., Савушкин С.А., Макоско А.А., Мохов И.И., Еналеев А.К., Цвиркун А.Д., Цыганов В.В., Бородин В.А., Гавкалюк Б.В. Комплекс моделей для управления стратегическим развитием транспортной инфраструктуры Сибири, Дальнего Востока и Российской Арктики в условиях изменения климата. – СПб.: СПбУ ГПС МЧС России, ИПТ РАН, 2023. – 122 с.

2. Малыгин И.Г., Цыганов В.В. Комплекс моделей для управления стратегическим развитием транспортной инфраструктуры Сибири, Дальнего Востока и российской Арктики в условиях изменения климата // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2022: материалы Юбилейной международной научно–практической конференции. – СПб.: ИПТ РАН. – 2022. – Т. 1. – С. 19-23.

3. 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.

4. Метеорологический словарь. Тайфун. [Электронный ресурс]. – URL: <https://meteorologist.slovaronline.com/2490-%D1%82%D0%B0%D0%B9%D1%84%D1%83%D0%BD> (дата обращения 10.04.2023).

5. Энциклопедический словарь естествознания. Дождь. [Электронный ресурс]. – URL: <https://estestvoznanie.slovaronline.com/19724-%D0%94%D0%9E%D0%96%D0%94%D0%AC> (дата обращения 10.04.2023).

6. Геологическая энциклопедия. Оползень. [Электронный ресурс]. – URL: <https://rus-geolog-enc.slovaronline.com/12564-%D0%9E%D0%9F%D0%9E%D0%9B%D0%97%D0%95%D0%9D%D0%AC> (дата обращения 10.04.2023).

7. Словарь по гидрогеологии и инженерной геологии. Сплыв. [Электронный ресурс]. – URL: <https://rus-gidrogeology-dict.slovaronline.com/983-%D0%A1%D0%9F%D0%9B%D0%AB%D0%92> (дата обращения 10.04.2023).

СЦЕНАРИИ ВЛИЯНИЯ КЛИМАТА НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ ПРОИСШЕСТВИЯ

Савушкин Сергей Александрович – кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник отдела прогнозирования развития транспортных систем

Лемешкова Аlesia Валерьевна – младший научный сотрудник отдела прогнозирования развития транспортных систем

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

Аннотация. Разработаны сценарии влияния климатических воздействий на инфраструктуру железнодорожного транспорта. В рамках сценариев формируются оценки рисков, ущерба от происшествий, связанных с климатическими воздействиями, затрат на их ликвидацию, инвестиций, направляемых на адаптацию железнодорожной инфраструктуры и предотвращение происшествий на железных дорогах, вызванных климатическими причинами.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, инфраструктура, происшествия, факторы, климат, адаптация.

SCENARIOS OF CLIMATE INFLUENCE ON RAILWAY ACCIDENTS

Savushkin Sergey A. – Ph.D. (math.), Leading Researcher of Department of forecasting the development of transport

Lemiashkova Alesia V. – Junior Researcher of Department of forecasting the development of transport

Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences

Abstract. Scenarios for the impact of climate impacts on the railway transport infrastructure have been developed. Within the framework of the scenarios, assessments of risks, damage from incidents associated with climate impacts, costs of their elimination, investments aimed at adapting railway infrastructure and preventing incidents on railways caused by climate-related factors are formed.

Keywords: railway transport, infrastructure, incidents, factors, climate, adaptation.

Разработка мер обеспечения устойчивости железнодорожной инфраструктуры (ЖИ) к изменению климата (ИК) [1-3] предполагает формирование сценариев динамики числа происшествий на железных дорогах (ЖД), вызванных климатическими воздействиями, и ущерба от них.

По оценкам Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС), инвестиции на предупреждение чрезвычайных ситуаций (ЧС) соотносятся с размером ущерба, как 1:10. Исходя из этого, для оценки инвестиций необходимы прогнозы ущерба от климатических воздействий. В свою очередь для этого требуются прогнозы ИК. Среди метеорологов нет единства в отношении прогнозов ИК, откуда и следует необходимость рассматривать разные сценарии.

Все статистически значимые происшествия, в отношении которых имеется информация об ущербе и расходах, произошли по гидрометеорологическим причинам, т.е., в конечном счете, связаны с количеством выпавших осадков. Поэтому при формировании сценариев используются релевантные разработки Росгидромета, касающиеся определения количества осадков [4-6]. На их основе формируются коэффициенты усиления частоты и

интенсивности климатических воздействий на перспективу до 2050 г. С помощью этих коэффициентов рассчитываются число происшествий, а также величины ущербов, расходов на восстановление и инвестиций на их предупреждение в каждом сценарии, которые составляют основу, необходимую для принятия решений по предупреждению климатических рисков и угроз ЖИ.

Динамика опасных гидрометеорологических явлений. Поскольку происшествия на ЖИ РФ в 2012-2018 гг. связаны с количеством выпавших осадков, то и прогнозы ущерба могут быть связаны с прогнозом объема осадков.

Темп роста среднегодовых атмосферных осадков на территории РФ (особенно в арктической зоне РФ) превышает темп роста числа среднегодовых осадков в мире. Рост осадков связан с потеплением климата. По оценкам Росгидромета на территории РФ потепление происходит примерно в 2,5 раза интенсивнее, чем в среднем на Земле [5].

На территории РФ в целом преобладает тенденция к росту годового объема осадков. В период 1976–2015 гг. наиболее значительный рост наблюдался в регионах средней Сибири (3,6% за 10 лет) и восточной Сибири (3,2% за 10 лет). В некоторых областях Сибири и Дальнего Востока скорость роста превышает 5% за 10 лет. В среднем по территории РФ эта скорость составляет 2% за 10 лет. Наиболее значительный рост сезонных объемов осадков в целом по территории РФ наблюдается весной (5,8% за 10 лет) [6].

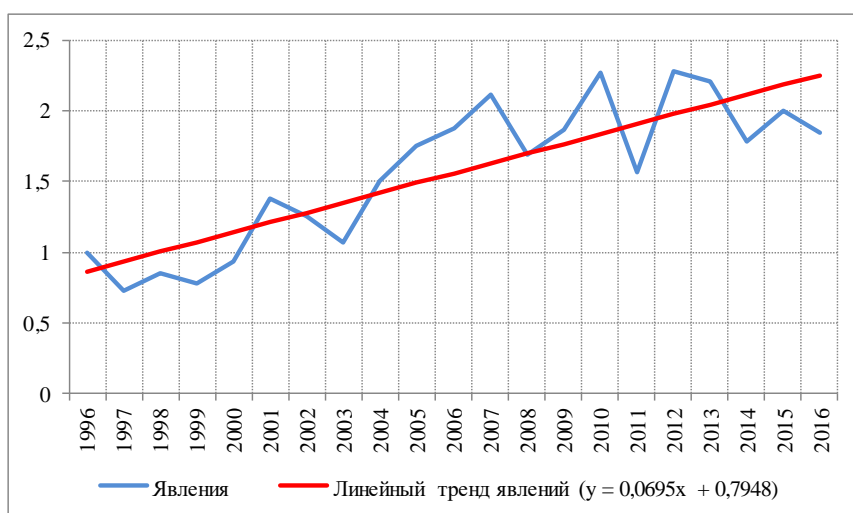
На протяжении XXI века ожидается рост количества осадков зимой на всей территории РФ для всех сценариев. В летний сезон рост среднего количества осадков ожидается на большей части территории РФ за исключением южных регионов, где прогнозируется противоположная тенденция [4]. На всей территории РФ ожидается рост максимальной в году суточного количества осадков, особенно на Дальнем Востоке и в Восточной Сибири. В середине и в конце XXI века рост максимальных осадков в среднем по территории РФ составит соответственно 12 и 27% относительно их величин в базовом периоде (1995-2014 гг.). Для арктической зоны РФ соответствующие оценки достигают 15 и 33%. Максимальные суммы осадков в южной части территории РФ могут возрасти в XXI веке на фоне уменьшения ее влагообеспеченности в летний сезон [4].

Динамика ежегодного числа опасных гидрометеорологических явлений на территории РФ, нанесших значительный ущерб экономике и населению за период 1996–2016 гг. иллюстрируется в [5]. Для использования этой информации при прогнозировании ежегодного числа опасных гидрометеорологических явлений на период до 2050 г. эти данные пересчитаны в относительных (к 1996 году) значениях и построен линейный тренд, представленный на рисунке.

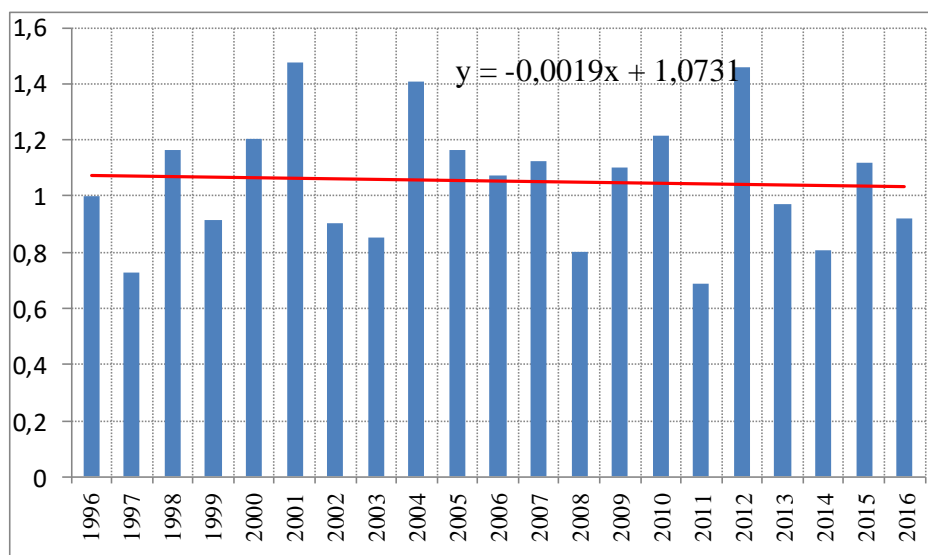
Вычислим коэффициенты прироста значений в долях (при этом значение текущего года делится на значение предыдущего года – представлено на рисунке). Красным цветом отмечены линейные тренды, рассчитываемые по формулам, приведенным на рисунке. Как видно из рисунка, приросты за 20 лет изменились незначительно. Средний прирост ежегодного числа опасных гидрометеорологических явлений составляет 5,26%.

Инерционный сценарий основан на предположении, что климатические воздействия (и соответствующие ущербы) меняются незначительно. Начальная точка процесса построения сценария – 2015 г. (как медиана ретроспективного периода 2012-2018 гг.). Среднее ежегодное число происшествий по гидрометеорологическим причинам в этом периоде – 5. Далее рассчитываются среднегодовые характеристики происшествий по гидрометеорологическим причинам на перспективу. Наряду со средними значениями важно также оценить отклонения, прежде всего, в большую сторону. Поэтому рассчитывается также динамика наибольших значений показателей происшествий на ЖИ, наибольшее число происшествий за период 2012-2018 гг. – 10.

Среднегодовой ущерб от происшествий на ЖИ по гидрометеорологическим причинам за период 2012-2018 гг. – 484 млн руб. Наибольший ущерб за год за тот же период – 1373 млн руб. Средний ущерб от одного происшествия в 2012-2018 гг. составил 97 млн руб. Наибольший ущерб от одного происшествия в том же периоде времени – 1373 млн руб.



а) Относительно 1996 года



б) Приросты

Рисунок – Статистики и тренд числа опасных гидрометеорологических явлений

Поскольку предполагается, что климатические воздействия меняются незначительно (например, в результате принимаемых мер противодействию ИК), то и средние ущербы, и расходы на восстановление остаются на уровне средних величин за рассматриваемый ретроспективный период. Соответственно, среднее число происшествий на ЖИ за год – 5, средний ущерб – 484 млн руб. Используя оценку МЧС соотношения инвестиций на предупреждение ЧС с размером ущерба (или затрат на его ликвидацию), получаем среднюю оценку инвестиций за год – 48,4 млн руб.

Частотный сценарий. Рассмотрим сценарий, при котором растет частота климатических воздействий. Соответственно, растет и частота происшествий на ЖД. В данном сценарии предполагается, что ущерб и расходы остаются на уровне средних значений ретроспективного периода (2012-2018 гг.). Будем также считать, что число происшествий на ЖД пропорционально общему числу происшествий по климатическим причинам. Рассмотрим 3 варианта изменения числа происшествий.

Если принять тренд рисунка слева (линейный рост) и предположить, что число происшествий на ЖД составляет фиксированную долю в общем числе опасных

гидрометеорологические явления, то к 2050 году среднее число происшествий достигнет значения 10,75, наибольшее число – 21,5.

Если взять за основу среднее значение прироста из рисунка справа (экспоненциальный рост), то до 2050 г. ежегодный прирост – 5,26%. В этом случае к 2050 году среднее число происшествий достигнет 30,07, наибольшее число – 60,14.

Если принять тренд рисунка справа (снижение темпов роста), то среднее число происшествий достигнет максимума (7,01) в 2034 году. Далее оно убывает, и к 2050 году составит 5,48. Наибольшее число, соответственно, в 2034 г. – 14,02, в 2050 г. – 10,96.

Интенсивный сценарий. Рассмотрим сценарий, при котором растет интенсивность климатических воздействий в виде среднесуточного объема осадков. Соответственно, растет ущерб от происшествий на ЖД и затраты на восстановление. В данном сценарии предполагается, что частота происшествий остается на уровне среднего значения за период 2012-2018 гг. и равна 5, а ущерб от происшествий и соответствующие расходы пропорциональны среднесуточному объему осадков.

Примем значение этого показателя в 2005 году за 100%. Далее показатель растет так, что в 2050 году составит 112%. Предполагаем, что рост происходит с постоянным приростом, который в этом случае составит 0,25% в год. Аналогично, начиная с 2016 г., на 0,25% в год растут показатели ущерба и расходов.

В 2015 году показатели ущерба и расходов соответствуют инерционному сценарию. Тогда к 2050 году среднегодовой ущерб достигнет 529 млн руб., наибольший ущерб за год и наибольшие расходы за год – 1500 млн руб.

Гибридный сценарий. При гибридном сценарии возрастут как частота, так и интенсивность климатических воздействий (и, соответственно, возрастут частота происшествий, величины ущербов от происшествий и затрат на восстановление). При этом число происшествий меняется так, как в частотном сценарии, а ущерб и расходы – так, как в интенсивном сценарии.

Предполагается, что ущерб пропорционален числу происшествий. Можно воспользоваться одним из вариантов частотного сценария. Вычисленные значения количества происшествий умножаем на средний или наибольший ущерб от происшествия. В 2015 году средний ущерб от одного происшествия составил 97 млн руб. Наибольший ущерб от одного происшествия и наибольшие расходы – 1373 млн руб.

В предположении линейного роста числа происшествий, к 2050 году среднегодовой ущерб достигнет $10,75 \cdot 97 = 1042,75$ млн руб. (среднее число происшествий, умноженное на средний ущерб), наибольший ущерб за год и наибольшие расходы за год – $21,5 \cdot 1373 = 29519,5$ млн руб. (наибольшее число происшествий, умноженное на наибольший ущерб и расходы).

В предположении экспоненциального роста числа происшествий, к 2050 году среднегодовой ущерб достигнет $30,07 \cdot 97 = 2916,79$ млн руб., наибольший ущерб за год и наибольшие расходы за год – $60,14 \cdot 1373 = 82572,2$ млн руб.

В предположении тренда снижения темпов роста числа происшествий показатели достигнут максимума в 2034 году, а именно: среднегодовой ущерб достигнет $7,01 \cdot 97 = 679,97$ млн руб., наибольший ущерб за год и наибольшие расходы за год – $14,02 \cdot 1373 = 19249,5$ млн руб. Далее оно убывает, и к 2050 году среднегодовой ущерб составит $5,48 \cdot 97 = 531,56$ млн руб., наибольший ущерб за год и наибольшие расходы за год – $10,96 \cdot 1373 = 15048,1$ млн руб.

Список литературы

1. Малыгин И.Г., Гурлев И.В., Савушкин С.А., Макоско А.А., Мохов И.И., Еналеев А.К., Цвиркун А.Д., Цыганов В.В., Бородин В.А., Гавкалюк Б.В. Комплекс моделей для управления стратегическим развитием транспортной инфраструктуры Сибири, Дальнего Востока и Российской Арктики в условиях изменения климата. – СПб.: СПбУ ГПС МЧС России, ИПТ РАН, 2023. – 122 с.

2. Малыгин И.Г., Цыганов В.В. Комплекс моделей для управления стратегическим развитием транспортной инфраструктуры Сибири, Дальнего Востока и российской Арктики в

условиях изменения климата // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2022: материалы Юбилейной международной научно–практической конференции. – СПб.: ИПТ РАН. – 2022. – Т. 1. – С. 19-23.

3. Савушкин С.А., Горбунов В.Г., Лемешкова А.В. Методы оценки стоимости адаптации железнодорожной инфраструктуры к изменению климата // ИТНОУ: Информационные технологии в науке, образовании и управлении. – 2023. – № 2(21). – С.8-14.

4. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории РФ. Общее резюме. – СПб.: Научно-технологические технологии, 2022. – 124 с.

5. Климатический центр Росгидромета. Доклад о климатических рисках на территории РФ. СПб, 2017 г. [Электронный ресурс]. – URL: <http://cc.voeikovmgo.ru/images/dokumenty/2017/riski.pdf> (дата обращения 10.04.2023).

6. Климатический центр Росгидромета. Оценка стратегического прогноза ИК РФ на период до 2010–2015 гг. и их влияния на отрасли экономики РФ. СПб, 2017. [Электронный ресурс]. – URL: <http://cc.voeikovmgo.ru/images/dokumenty/2017/osp-rgm.pdf> (дата обращения 10.04.2023).

УДК 125

ТРАНСПОРТ И АГЛОМЕРАЦИЯ: СМЫСЛЫ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ

Латышева Наталия Александровна – кандидат философских наук, доцент, доцент кафедры экономической теории и менеджмента

ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта»

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы становления агломераций в РФ как фактора «экономического сжатия» территорий и импульса их развития в условиях обширных пространств страны. Развитие агломераций в тандеме с транспортом задает новые векторы социально-экономического, культурного, цивилизационного существования России. Этот феномен формирует новые смыслы, которые трансформируют уже имеющиеся ценности и способствуют возникновению новых пониманий в области национальной, культурной, этнографической идентичности.

Транспорт и транспортная инфраструктура для России выступают мощным динамичным импульсом и коммуникационным инструментом для ответа на вызовы агломерационного развития. Несмотря на очевидные его достоинства, уже сегодня видны и негативные проявления. Недостаточны транспортно-инфраструктурное оснащение территорий, нормативно-правовое законодательство, характер управленческой компетенции властей всех уровней. Необходимо стратегическое понимание влияния агломерационных комплексов на исторические и природные территориально-ландшафтные системы.

Ключевые слова: агломерация, экономическое сжатие, транспорт, развитие территорий, коммуникации.

TRANSPORT AND AGGLOMERATION: MEANINGS OF SPATIAL DEVELOPMENT

Latysheva Natalia Al. – Candidate of Philosophy, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Economic Theory and Management

Russian University of Transport

***Abstract.** The article examines the issues of the formation of agglomerations in the Russian Federation as a factor in the “economic compression” of territories and the impetus for their development in the vast expanses of the country. The development of agglomerations in tandem with transport sets new vectors for the socio-economic, cultural, and civilizational existence of Russia. This phenomenon creates new meanings that transform existing values and contribute to the emergence of new understandings in the field of national, cultural, ethnographic identity.*

Transport and transport infrastructure for Russia act as a powerful dynamic impulse and communication tool for responding to the challenges of agglomeration development. Despite its obvious advantages, negative manifestations are already visible today. The transport and infrastructure equipment of the territories, regulatory legislation, and the nature of the managerial competence of authorities at all levels are insufficient. There is a need for a strategic understanding of the impact of agglomeration complexes on historical and natural territorial landscape systems.

***Keywords:** agglomeration, economic compression, transport, territorial development, communications/*

Транспорт для любой страны и в любые времена – это не просто средства перемещения и перевозки. Это многозначный и многоцелевой коммуникационный инструмент установления связей и взаимоотношений в обществе, государстве, в определенном социальном пространстве. Для России с ее обширными территориями и сложными гео-климатическими условиями появление железнодорожного сообщения и развитие транспортной инфраструктуры стало драйвером социально-экономической модернизации страны и общества. Территориальное развитие и востребованность населения во многом осуществляется благодаря интенсификации транспортной инфраструктуры, которая обеспечивает движение пассажиро- и грузопотоков. Ученые давно обратили внимание, что есть прямая и обратная связь между расселением и транспортом. «То-есть, территориальное расширение стимулирует развитие городских транспортных систем, а это развитие как раз способствует и дальнейшему развитию систем расселения» [1].

Сопоставление функционирования транспортных модальностей и конкретных социально-экономических временных целеполаганий дает ясное представление о коммуницирующей и интегрирующей роли транспорта. На каждом этапе развития российского общества транспорт тем или иным аспектом включался в стратегические реалии.

Сегодня к числу таких реалий относятся развитие агломераций на территории Российской Федерации. В стране насчитывается около двадцати крупных агломераций с численностью населения более одного миллиона человек в каждой и еще несколько "пороговых". Помимо развития столичных агломераций – Москвы и Санкт-Петербурга, крайне активно формируются такие объединения в сибирском регионе страны. Города Новосибирск и Красноярск являются своеобразными пилотными проектами в этой сфере. Для Сибири с ее большими расстояниями и низкой плотностью населения агломерации особенно востребованы – благодаря им происходит «экономическое сжатие» территории, по мнению многих экспертов и политиков. Агломерационный феномен – это не только точки роста для бизнеса, новые рынки сбыта, логистические схемы и цепочки, расширение числа поставщиков сырья, товаров, комплектующих. Расширяются рынок труда и мотивационные возможности для его субъектов, вовлекаются в деловую активность прилежащие территории и люди, проживающие на них. По мнению специалистов улучшение транспортного сообщения, увеличение пассажирских и грузовых перевозок приведет к повышению инвестиционного спроса территорий, что, в конечном счете, будет исчисляться многими сотнями миллиардами рублей прибыли. Транспорт и транспортная инфраструктура незаменимы в создании и развитии агломерации. В Прогнозе социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2036 года акцентируется необходимость создания и развития агломераций в стране, поскольку это улучшает экономическую ситуацию, способствует

инновационной активности и стимулированию регионального развития. Нужно развивать существующие агломерации и способствовать созданию новых [2].

Феномен агломерации явление крайне сложное и неоднозначное, которое не только актуализирует, например, решение старой проблемы транспортной доступности российских территорий, или обеспечивает «экономическое сжатие» территории, что крайне важно для национальной безопасности в условиях глобальных сдвигов и кризисов. Близость территорий и вероятность реальных перемещений для населения российских регионов, особенно «глубинки», создает дополнительный мотивационный гуманитарный вектор. Люди не будут стремиться окончательно покинуть отдаленные территории, переехать в и без того перенаселенные городские местности. Современные информационные и транспортные коммуникации стимулируют осуществлять трудовую деятельность вне обязательного проживания в мегаполисах и крупных городах. Конечно это касается, прежде всего, высоких технологий. А психологи сегодня подмечают усиление тяги определенных категорий граждан к более свободным жизненным пространствам и «переменам мест» [3]. Возникают новые смыслы национальной и территориальной идентичности у молодых и не очень людей, формируется новое осмысление экзистенциальной ценности исторического природного ландшафта, осуществляется твоя, личностная связь с конкретным пространством, личностное вписывание в него.

Необходимо заметить, что до середины XX века постоянный рост агломераций и повышение их доли в экономике и расселенческой структуре рассматривались как бесспорно позитивный тренд, поскольку урбанистические тенденции в ракурсе экстенсивного освоения территорий страны создавали определенный экономический эффект. Но дальнейшая практика показала, что эти же тенденции приводили к разрыву и уничтожению глубинных, корневых связей в социальных коммуникациях и в социальной жизни. Необходимо рассматривать все стороны этого процесса.

Городские агломерации как точки роста затрагивают интересы районных центров или небольших городов: создание промышленно-логистических кластеров выводит их из сложившейся городской зоны и невольно осуществляется экспансия на сельские территории, что формирует негативные аспекты в сфере экологии и социального развития. Встает вопрос сохранения исторических территориальных целостностей и их самостоятельности, поскольку они обеспечивают сохранение социально-культурного уклада, традиций, ментальных смыслов и ценностей. Крупные агломерационные образования подавляют человека, не способствуют сохранению личностной целостности и «самости». Любое развитие должно осуществляться естественным путем, а в «агломерационном конструировании» слишком много искусственного, заданного.

В России опыт управления агломерационными процессами только нарабатывается. Поэтому особенно важны усилия по координации деятельности органов исполнительной власти всех уровней - федерального, регионального и местного. В процессе агломерационного развития важно не разрушить сложившийся ранее каркас расселения, не допустить массового переезда молодого и средне возрастного населения в крупные города. Но помимо таких неоднозначных гуманитарных проблем возникают и вполне реальные материальные вопросы. Например, данный феномен создает необходимость дополнительного законодательного регулирования организационно-правовых вопросов функционирования городских, муниципальных, сельских образований, перераспределения налоговых поступлений, которые будут формироваться при агломерационном развитии. Наблюдается недостаточность развития норм в российском законодательстве, которые бы позволяли юридически внятно оформлять межмуниципальное взаимодействие, особенно в финансово-хозяйственной сфере. Агломерации создают технологические вызовы, например, для увеличения провозной и пропускной способности; требуют эффективной организации внутренней и внешней логистики. Для обеспечения эффективного ответа на все уже существующие вызовы необходим синергетический тандем агломераций и транспортно-инфраструктурного каркаса страны [4].

Список литературы

1. Савченко-Бельский Б.Ю., Мальцева М.Б., Маслова А.П. Проблемы и перспективы развития транспортной системы московской агломерации. [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-i-perspektivy-razvitiya-transportnoy-sistemy-moskovskoy-aglomeratsii> (дата обращения 20.11.2023).
2. Прогноз социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2036 года. Министерство экономического развития РФ. [Электронный ресурс]. – URL: https://conomy.gov.ru/material/directions/makroec/prognozy_socialno_ekonomicheskogo_razvitiya/prognoz_socialno_ekonomicheskogo_razvitiya_rossiyskoy_federacii_na_period_do_2036_goda.html (дата обращения 20.11.2023).
3. Бухвальд Е.М. Агломерации и проблемы их законодательного регулирования // Жилищные стратегии. – 2021. – Т. 8, № 1. – С. 11-26. [Электронный ресурс]. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=45970875> (дата обращения 20.11.2023).
4. Транспортная стратегия РФ на период до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года. [Электронный ресурс]. – URL: <https://rosavtodor.gov.ru/docs/transportnaya-strategiya-rf-na-period-do-2030-goda-s-prognozom-na-period-do-2035-goda> (дата обращения 20.11.2023).

УДК 338.47:656 (470.1/2+571.121)

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОГНОЗИРУЕМЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И ПРОЦЕСС ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОБЪЕМОВ ПЕРЕВОЗОК

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

*Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН*

Аннотация. В работе рассматриваются вопросы классификации прогнозируемых показателей, даются понятия «спрос» и «объем перевозок». Рассмотрены основные этапы процесса прогнозирования объемов перевозок. Определены современные компьютерные технологии прогнозирования. Отмечено, что при разработке прогнозов на транспорте существенное значение имеет теория его развития, включающая динамику реальных факторов и явлений, и новые технологические возможности, и т.п.

Ключевые слова: показатели, объем перевозок, классификация, прогнозирование, Европейская и Приуральская Арктика.

CLASSIFICATION OF FORECASTED INDICATORS AND THE PROCESS OF FORECASTING TRAFFIC VOLUME

Kiselenko Anatoliy N. – D.Sc. (Eng.), D.Sc. (Econ.), Professor, Chief Researcher, Head of the Laboratory of transport problem

Institute of social-economic and energy problems in the North of Federal Research Center of Komi Science Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

Abstract. The paper discusses the classification of forecast indicators and introduces the concepts of «demand» and «volume of traffic». The main stages of the process of forecasting traffic volumes are considered. Modern computer forecasting technologies have been identified. It is noted

that when developing forecasts for transport, the theory of its development, including the dynamics of real factors and phenomena, and new technological capabilities, etc., is of significant importance.

Keyword: indicators, traffic volume, classification, forecasting, European and Cis-Urals Arctic.

Количество показателей, характеризующих уровень перевозок пассажиров и грузов на Европейской и Приуральской Арктике (ЕиПА) и используемых в различных задачах прогнозирования, велико.

В первую очередь следует различать отправки и перевозки пассажиров и грузов, пассажирооборот и грузооборот, говоря о которых будем добавлять прилагательные «авиационные», «железнодорожные», «речные», «морские», «автомобильные» и «суммарные», судя по тому относятся ли они к воздушному, железнодорожному, речному, морскому или же автомобильному транспортам или являются показателями суммарных перевозок всеми видами транспорта. Необходимо отметить, что для грузов есть еще и трубопроводный транспорт.

В зависимости от времени, к которому относятся показатели, различают месячные и годовые показатели. При выборе того или иного метода прогнозирования важное значение имеют объекты прогнозирования: направление (пара населенных пунктов, из которых один является начальным, а второй-конечным), транспортный объект (аэропорт, железнодорожная станция или пункт, речной порт или пристань и т.д.), территориальное транспортное объединение, ЕиПА, отдельная зона деятельности.

Необходимо также различать понятия «спрос» и «объем перевозок». Первое связано со спросом на перевозки пассажиров и грузов транспортом ЕиПА, а второе – с фактически имеющим место или ожидаемым объемом перевозок, или «урезанным спросом». В статистических формах отчетности регистрируют объем перевозок (фактически осуществленные перевозки). Восстановление по этим данным спроса на перевозки – специальная задача прогнозирования.

Приведенная классификация дает достаточно полное описание прогнозируемых показателей. Предмет прогнозирования будет описан полностью, если сказать: спрос на отправки пассажиров за год из морского порта Мурманск. В дальнейшем предполагается, что каждый рассматриваемый показатель охарактеризован по всем приведенным признакам. В математическом отношении, однако, безразлично, что имеется в виду под анализируемым показателем. В математической модели показатель выступает как зависимая переменная, абстрагированная от своего экономического содержания.

Например, после приведенной классификации прогнозируемых показателей нетрудно классифицировать и все возможные задачи прогнозирования. Каждая такая задача будет полностью описана, если охарактеризовать по вышеприведенным признакам все показатели, прогнозируемые в ней. Мы не будем давать (в силу очевидности) полной классификации задач прогнозирования, а опишем только те из них, которые встречаются наиболее часто.

Конечным показателем прогнозирования обычно является пассажирооборот, грузооборот (как отдельных видов транспорта, так и суммарных) и отправки пассажиров и грузов. Эти показатели прогнозируются для таких объектов, как направление, транспортный объект, территориальное транспортное объединение, ЕиПА. Прогнозирование осуществляется на год или месяц. В зависимости от времени упреждения прогноза различают краткосрочное прогнозирование (на сутки, неделю и т.д. до года), среднесрочное (от года до пяти лет) и перспективное или долгосрочное (свыше пяти лет). В данной работе рассматриваются две последние задачи.

Различают прогнозирование спроса на перевозки и объемы перевозок. Эти задачи взаимосвязаны, так как хорошо известно, что не только спрос влияет на предложение, но и наоборот. Поэтому правильно было бы их решать одновременно. На практике делают, однако, по-другому: вначале прогнозируют спрос, а потом, принимая во внимание провозную способность соответствующего транспорта, объемы перевозок.

В зависимости от подхода к прогнозированию различают: статистическое, стратегическое, программно-целевое, игровое, сценарное прогнозирование и т.д. Существенное значение при разработке прогнозов на транспорте имеет теория его развития, включающая динамику реальных факторов и явлений, новые технологические возможности и т.п. Методология анализа функционирования и прогнозирования транспортной сети ЕиПА приведена в работе [1-3]. Ниже рассмотрим процесс прогнозирования объемов перевозок.

Процесс прогнозирования объемов перевозок состоит из следующих этапов:

1) постановка задачи – описывается объект прогнозирования; выделяются подлежащие прогнозированию показатели и сопутствующие факторы; формируются окончательные цель и задача прогнозирования;

2) разработка математической модели прогнозирования (комплекса моделей) – модель выбирается из числа известных и апробированных при решении аналогичных задач или разрабатывается специально для поставленной задачи;

3) обсуждение выбранной или разработанной модели с заинтересованными лицами (представителями органов управления) для определения дополнительных ограничений, вытекающих из предлагаемой математической модели;

4) разработка математического метода решения и соответствующего вычислительного алгоритма;

5) разработка задания на программирование и согласование его с заинтересованными лицами – включает описание формы представления результатов, способы внесения корректив и другие элементы задания;

6) составление программы для ЭВМ и её описание;

7) сбор и ввод необходимой входной информации, статистическое оценивание неизвестных параметров математической модели;

8) проверка работоспособности модели, метода, алгоритма и программы;

9) внесение необходимых корректив, при необходимости пересмотр всей схемы прогнозирования (могут использоваться как экспертные, так и математико-статистические методы);

10) получение и анализ предварительных результатов прогнозирования;

11) обновление входной информации (если возможно);

12) уточнение результатов прогнозирования, их использование.

Таблица – Программно-инструментальные решения, позволяющие строить прогнозы

Название инструмента	Сфера применения	Реализуемые модели	Требуемая подготовка пользователя	Готовность к эксплуатации
Microsoft Excel, OpenOffice.org	широкого назначения	алгоритмические, регрессионные	базовые знания статистики	требуется значительная доработка (реализация моделей)
Statistica, SPSS, E-views, Gretl	исследовательская	регрессионные нейросетевые	специальное математическое образование	коробочный продукт
Matlab	исследовательская, разработка приложений	алгоритмические, регрессионные, нейросетевые	специальное математическое образование	требуется программирование
ForecastPro, ForecastX	бизнес-прогнозирование	алгоритмические	не требуются глубокие знания	коробочный продукт
iLog, AnyLogic, iThink, Matlab Simulink, GPSS	разработка приложений, моделирование	имитационные	требуется специальное математическое образование	требуется программирование (под специфику области)

Современные компьютерные технологии прогнозирования основаны на интерактивных статистических методах прогнозирования с использованием баз эконометрических данных, имитационных (в том числе на основе применения метода статистических испытаний) и экономико-математических динамических моделей, сочетающих экспертные, математико-статистические и моделирующие блоки.

На сегодняшний день существует большое количество программно-инструментальных решений, позволяющих строить прогнозы. Они могут быть подвергнуты классификации по следующим признакам: по сфере применения, реализуемым методам, квалификации пользователя, степени готовности к эксплуатации [4].

Перечень распространенных программных решений в соответствии с указанными признаками приводится в таблице.

Несмотря на большое количество разработанных моделей прогнозирования [5,6], а также достаточное количество программных продуктов, позволяющих с минимальными трудозатратами строить соответствующие прогнозы, данные методы прогнозирования нечасто используются на региональном уровне. В первую очередь это связано с тем, что для построения подобных моделей требуется высокая квалификация прогнозиста.

Работа выполнена по теме НИР «Разработка научных основ анализа функционирования и прогнозирования развития транспортной сети Европейской и Приуральской Арктики» (№ гос. регистрации 121021800127-1).

Список литературы

1. Киселенко А.Н., Фомина И.В., Шевелёва А.А. Методология анализа функционирования и прогнозирования транспортной сети Европейской и Приуральской Арктики // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2022: материалы Международной научно-практической конференции. – СПб: ИПТ РАН. – 2022. – Т.1. – С. 47-50.

2. Киселенко А.Н., Фомина И.В., Шевелёва А.А. Методологические основы анализа функционирования транспортной сети Европейской и Приуральской Арктики // Актуальные проблемы, направления и механизмы развития производительных сил Севера – 2022: материалы Восьмой всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Иркутск: ООО «Максима». – 2022. – Ч. 2. – С. 50-55.

3. Киселенко А.Н., Сундуков Е.Ю. Оптимистический и пессимистический сценарии формирования транспортных подходов к Арктической транспортной системе на основе достижения целевых показателей // Мир транспорта. – 2020. – Т. 18. № 6(91). – С. 46-62.

4. Об утверждении рекомендуемой формы по основным показателям, представляемым органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации в Минэкономразвития России для разработки прогноза социально-экономического развития Российской Федерации на среднесрочный период, и методических рекомендаций по разработке, корректировке, мониторингу среднесрочных прогнозов социально-экономического развития субъектов Российской Федерации: Приказ Минэкономразвития России от 13.03.2019 № 124 (ред. от 13.04.2020) // Справочно-правовая система «Консультант-Плюс».

5. Андронов А.М., Киселенко А.Н., Мостивенко Е.В. Прогнозирование развития транспортной системы региона. – Сыктывкар: КНЦ УрО РАН, 1991. – 178 с.

6. Малащук П.А. Разработка и исследование моделей прогнозирования грузовых железнодорожных перевозок Европейской и Приуральской Арктики // Актуальные проблемы, направления и механизмы развития производительных сил Севера – 2022: материалы Восьмой всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Иркутск: ООО «Максима». – 2022. – Ч. 2. – С. 72-80.

СЦЕНАРНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБЪЕМОВ ПЕРЕВОЗОК НА ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ ЕВРОПЕЙСКОЙ И ПРИУРАЛЬСКОЙ АРКТИКИ

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

Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера ФИЦ Коми НЦ УрО РАН

Аннотация. В современных экономических и политических условиях при прогнозировании объемов перевозок на транспортной сети Европейская и Приуральская Арктика предпочтение следует уделять сценарному планированию и прогнозированию. Обобщенный прогноз объемов перевозок получается на основе прогнозов объемов перевозок по наземным путям сообщения, морских перевозок, а также грузооборота морских портов. Предполагается дальнейший рост объемов перевозок в Российской Арктике. Рассмотрены сценарии прироста мощностей морских портов региона на период до 2035 г.

Ключевые слова: Европейская и Приуральская Арктика, сценарное прогнозирование, объемы перевозок, морские перевозки, грузооборот порта.

SCENARIOS FORECASTING OF TRAFFIC VOLUMES ON THE TRANSPORT NETWORK OF THE EUROPEAN AND CISURALS ARCTIC

Sundukov Evgeny Yu. – PhD (economics), Senior Researcher of the Laboratory of transportation problems

Institute of social-economic and energy problems in the North of Federal Research Center of Komi Science Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

Abstract. In modern economic and political conditions, scenario planning and forecasting should be given preference when predicting traffic volumes on the European and Cisural Arctic transport networks. An integral forecast of traffic volumes is obtained based on forecasts of traffic volumes ground communication routes, shipping, cargo turnover of seaports. Further growth of traffic in the Russian Arctic is expected. The scenarios of increasing the capacity of the seaports of the region, an increase in cargo traffic along the Northern Sea Route for the period up to 2035 were considered.

Keywords: European and Cisural Arctic, scenario forecasting, traffic volumes, shipping, port cargo turnover.

Обобщенный прогноз объемов перевозок по транспортной сети Европейской и Приуральской Арктики (ЕиПА) получается на основе прогнозов объемов перевозок по наземным путям сообщения, морских перевозок, грузооборота морских портов. В современных экономических и политических условиях предпочтение следует уделять сценарному планированию, которое в большей степени приспособлено к нелинейным преобразованиям, чем традиционное линейное планирование. В традиционном планировании прошлое объясняет настоящее, в сценарном планировании будущее является смыслом настоящего, будущее создается [1].

Т. Саати и К. Кернс дают следующее определение сценарию: «В самом общем виде сценарий – это гипотетический исход, который определяется с помощью некоторых предположений о текущей и будущих тенденциях» [2]. Эти же авторы [2] выделяют следующие классы сценариев:

– исследовательские сценарии (построены на исследовании причинно-следственных связей между текущим состоянием системы и вариантами её будущего развития);
упреждающие (предваряющие) сценарии (строятся на исследовании причинно-следственных связей в обратном направлении – от желаемого будущего состояния системы к текущему путём выявления стратегий развития, которые обеспечат искомый переход);

– сценарии, основанные на количественных математических моделях и имитационном моделировании.

В монографии [3] отмечается отсутствие единого подхода к методологии сценарного анализа: каждый метод имеет «свои достоинства и недостатки, свои ограничения в применимости». Относительно транспортного обеспечения освоения Российской Арктики в этой работе говорится, что «необходимо обоснование расчётных вариантов сценарных условий формирования и развития энергетических и транспортных систем на арктических территориях ... во взаимодействии с процессами развития производительных сил базового региона» [3].

Артамонов Б.В. подчеркивает, что «целью написания сценария является не столько предсказание будущего, сколько желание выявить основные закономерности и тенденции развития рассматриваемого объекта во времени, обеспечить более высокую вероятность выработки эффективного решения в тех ситуациях, когда это возможно, и свести ожидаемые потери к минимуму в тех ситуациях, когда они неизбежны» [4].

В другой работе Б. В. Артамонов говорит: «В условиях высокой неопределенности и быстрых изменений экономической и рыночной конъюнктуры при разработке стратегии любого хозяйствующего субъекта имеет смысл воспользоваться сценарным прогнозированием, в ходе которого с учетом одновременного изменения многих факторов рассматривается возможность возникновения различных ситуаций, в которых может оказаться изучаемый субъект» [5]. При этом «набор вариантов сценариев образует конус сценарного прогнозирования, границами которого являются» оптимистический и пессимистический сценарии. Прогнозируемое развитие системы определяется вектором (траекторией) сценарного развития, который находится внутри конуса прогнозирования. Расположение этого вектора близко к границам контура (оптимистическому или пессимистическому сценариям) в обоих случаях несет риски функционированию системы, поэтому для развития системы оптимальным будет выбор базового сценария, который позволит рационально использовать ресурсы системы для достижения целевого результата. При этом на основании данных непрерывного мониторинга осуществляется корректировка сценариев.

Важнейшим элементом транспортной сети ЕиПА, обеспечивающим морские перевозки и взаимодействие видов транспорта, являются арктические морские порты [6].

Согласно транспортной стратегии РФ к 2035 г. мощности российских морских портов должны вырасти на 68%, до 1,9 млрд т. в год. К этому времени ожидается увеличение грузооборота с 820 млн до 1,4 млрд т. в год [7]. Предполагается рост мощностей и грузооборота портов ЕиПА [8].

При прогнозировании прироста мощностей морских портов ЕиПА сценарным методом применен следующий алгоритм [9].

Цель синтеза сценариев. Прогноз прироста мощностей морских портов Европейской и Приуральской Арктики на период до 2035 г.

Временной горизонт. 2024 – 2030 гг. и за границами 2035 г.

Целевые ориентиры. Создание инфраструктуры, способствующей увеличению грузопотока на транспортной сети ЕиПА и по Северному морскому пути.

Идентификация текущего состояния. В абсолютных цифрах ведущим портом Арктики является Мурманск, грузооборот которого за 2022 г. составил 56,3 млн т. (+3,2% по сравнению с 2021 г.). Грузооборот порта Сабетта по итогам года вырос до 28,4 млн т. (+1,6%). Лучшую динамику относительно 2021 г. показал порт Варандей, который увеличил поставки нефти в восточном направлении, всего за 2022 г. перевезено 5,9 млн т. (+26,9%). Порт Архангельск показал снижение грузооборота в 2022 г. до 2,3 млн т. (-28,7%) [10].

Синтез сценарных условий. Воздействие внешних и внутренних факторов на функционирование транспортной сети имеет сложный и постоянно меняющийся характер. В 2021 г. основные группы негативных факторов по значимости располагались в следующей последовательности: недостаточность грузовой базы; влияние ковид-ограничений; санкционная политика западных стран. В 2022 г. санкционные ограничения стали более значимыми, чем ковид-ограничения. Происходящие в мировой экономике и политике события предполагали в 2022 г. снижение объемов грузооборота всех портов ЕиПА в результате отказа потребителей в Европейском Союзе (ЕС) от использования российских углеводородов и выхода западных компаний из совместных арктических проектов [12]. Однако этого не произошло. Перевалка наливных грузов в Мурманском порту в 2022 г. даже незначительно увеличилась по сравнению с уровнем 2021 г., перевалка сухих грузов осталась на уровне прошлого года. Основную долю грузооборота составила перевалка нефти из Новопортовского (Сабетта) и Приразломного месторождений, Варандейского терминала [12]. Значительные объемы нефти из России продолжают поступать на рынок ЕС через посредников [13].

Проверка реализации сценарных условий. Составлены четыре сценария прироста мощностей морских портов ЕиПА на период до 2035 г., определены объемы инвестиций в увеличение мощностей этих портов и пропускных способностей транспортных подходов к ним [14].

Сценарий 1 (умеренный) подразумевает реализацию только проекта «Комплексное развитие Мурманского транспортного узла (МТУ). Основные ожидаемые результаты реализации проекта: увеличение провозной способности железнодорожных подходов к угольному терминалу «Лавна» (Мурманск) в 2024 г. до 18 млн т. в год; создание круглогодично действующего глубоководного морского хаба – центра по переработке нефтеналивных грузов, перевалке угля и минеральных удобрений, морской порт «Лавна», интегрированного в международный транспортный коридор «Север–Юг». В настоящее время готовность МТУ, включающего портовую и железнодорожную инфраструктуру, составляет более 80% [15].

В сценарии 2 одновременно с проектом по развитию МТУ реализуется комплексный план по развитию Архангельского транспортного узла [16].

Сценарий 3 одновременно с проектом по развитию МТУ предполагает строительство глубоководного морского порта в бухте Индига и железной дороги к нему от г. Сосногорска.

Сценарий 4 (оптимистический) подразумевает создание благоприятных условий для реализации всех названных проектов, а также развитие портовой инфраструктуры в Обской губе.

Для определения более предпочтительного сценария был проведен SWOT-анализ проектов по развитию морской портовой инфраструктуры ЕиПА [6], который показал, что в современных экономических и политических условиях одновременно с реализацией проектов комплексного развития Мурманского транспортного узла и портовой инфраструктуры в Обской губе целесообразно направить инвестиции на реализацию проекта по строительству порта в бухте Индига и железной дороги к нему.

Работа выполнена по теме НИР «Разработка научных основ анализа функционирования и прогнозирования развития транспортной сети Европейской и Приуральской Арктики» (№ гос. регистрации 121021800127-1).

Список литературы

1. Киселенко А.Н., Сундуков Е.Ю., Тарабукина Н.А. Методы прогнозирования развития транспортных систем в современных условиях // Мир транспорта. – 2022. – № 20(3). – С. 40-49.
2. Саати Т, Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем. – М.: Радио и связь, 1991. – 224 с. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.studmed.ru/saati-t-kerns-l-analiticheskoe-planirovanie-organizaciya-sistem_62e9f43e1af.html (дата обращения 27.02.2023).

3. Андреева Е.Л., Душин А.В., Игнатъева М.Н. Сценарные подходы к реализации уральского вектора освоения и развития российской Арктики / Ответ. ред. Ю. Г. Лаврикова. – Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, Издательство АМБ. – 2017. – 340 с.
4. Артамонов Б.В. Формирование сценариев при стратегическом управлении предприятием // Инновации в гражданской авиации. – 2015. – № 4. – С. 5-10. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23238451> (дата обращения 27.02.2023).
5. Артамонов Б.В. Формирование сценарных композиций в условиях нестабильности рыночной конъюнктуры // Инновации в гражданской авиации. – 2016. – № 1. – С. 19-25. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27196739> (дата обращения 18.04.2023).
6. Киселенко А.Н., Сундуков Е.Ю. Мощностные характеристики (сценарии развития) морских портов Европейской и Приуральской Арктики // Региональная экономика: теория и практика. – 2022. – Т. 20, № 9. – С. 1608-1630.
7. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 27 ноября 2021 г. № 3363-р «Об утверждении Транспортной стратегии РФ на период до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года // Справочно-правовая система «Консультант Плюс».
8. Мощность морских портов в Западной Арктике вырастет на 62 млн т. [Электронный ресурс]. – URL: <https://morvesti.ru/news/1679/102530/> (дата обращения 10.05.2023).
9. Киселенко А.Н., Сундуков Е.Ю. Сценарное прогнозирование и планирование работы основных морских портов Европейской и Приуральской Арктики // Актуальные проблемы, направления и механизмы развития производительных сил Севера – 2022: материалы Восьмой всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Иркутск: ООО «Максима». – 2022. – Ч. 2. – С.81-89.
10. Грузооборот Арктики: итоги 2022 года. [Электронный ресурс]. – URL: <https://iarex.ru/news/89306.html?ysclid=lh964b69b4732820659> (дата обращения 25.01.2023).
11. Савушкин С.А., Лемешкова А.В. Факторы развития транспорта России в условиях санкций // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2022: материалы Международной научно-практической конференции. – СПб: ИПТ РАН. – 2022. – Т. 1. – С. 28-33.
12. Объем перевалки грузов в порту Мурманска вырос, несмотря на общероссийское снижение. [Электронный ресурс]. – URL: <https://tass.ru/ekonomika/16302287> (дата обращения 11.11.2022).
13. Бодряшкин Я. Politico: нефть из РФ нашла «широко открытый» черный ход и поступает в ЕС через посредников. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.gazeta.ru/business/news/2023/03/23/20040337.shtml> (дата обращения 23.03.2023).
14. Киселенко А.Н., Сундуков Е.Ю. Сценарный подход в прогнозировании развития транспортной сети Европейской и Приуральской Арктики // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2022: материалы Международной научно-практической конференции. – СПб: ИПТ РАН. – 2022. – Т. 1. – С. 41-47.
15. Мурманский транспортный узел готов на 80% – Андрей Чибис. [Электронный ресурс]. – URL: <https://portnews.ru/news/348927/> (дата обращения 15.06.2023).
16. Распоряжение Правительства РФ от 22.09.2023 № 2555-р «Об утверждении комплексного плана по развитию Архангельского транспортного узла до 2035 года» // Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (дата обращения 15.06.2023).

РАЗВИТИЕ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ НА РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ

Болдырева Татьяна Владимировна – кандидат экономических наук, доцент, кафедры экономической теории и менеджмента

ФГАОУ Российская открытая академия транспорта Российского университета транспорта РУТ (МИИТ)

Аннотация. В работе рассматриваются направления развития региональных транспортных систем Российской Федерации, которые сформировались с учетом существующей потребности в перемещаемых ресурсах, количества народонаселения и интенсивности его перемещения, уровня экономического развития, особенностей территориального размещения производственных мощностей и сырьевых ресурсов. Выявляются особенности функционирования региональных транспортных комплексов в новых условиях, связанные с глобальной цифровизацией, ускоренными темпами развития экологических технологий в транспортной отрасли и повышением требований со стороны потребителей транспортных услуг. В статье отражается взаимосвязь между состоянием региональных транспортных систем России и новых требований к системам их управления.

Ключевые слова: транспорт, транспортная система России, региональный уровень, цифровизация, технологии в транспортной отрасли.

DEVELOPMENT OF TRANSPORT SYSTEM AT REGIONAL LEVEL

Boldyreva Tatiana V. – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of economic theory and Management

Russian University of Transport (Moscow State University of Railway Engineering (MIIT))

Abstract. In this article, trends in the development of the regional transport systems of the Russian Federation are reviewed; these trends have been formed considering the necessity of removable resources, population size and the intensity of population transfer, the level of economic development, features of territorial location of production capacity and raw materials. The features of functionality of regional transport complexes in new conditions created by global digitalization, accelerated pace of the development of environmental technologies and increasing demand from the consumers of transport services are revealed. The article reflects the relationships between the current state of the regional transport systems of Russia and the new demands on their management.

Keywords: transport, transport system of Russia, regional level, digitalization, technologies in transport industry.

Значение и роль транспорта в России трудно переоценить. Именно транспортная система позволяет связывать все регионы нашей страны в единое целое, служит одной из основ национальной безопасности и обеспечивает экономическую целостность государства. Кроме того, транспорт позволяет организовывать международные связи, налаживать взаимовыгодные экономические взаимоотношения и культурный обмен, оказывать гуманитарную помощь в случае возникновения чрезвычайных ситуаций, что в совокупности обеспечивает дальнейшее развитие общества.

В настоящее время на территории России сложилась одна из самых крупных и сложных транспортных схем, осуществляющая многоплановые связи на основе имеющихся технических средств, сформированных путей сообщения и налаженной службы перевозок. Построение такой сильной и самостоятельной транспортной системы невозможно без консолидации ряда важных функций и систем управления, которые будут способны её

поддерживать, что опирается на взаимосвязанные процессы – использование высоких и новейших технологий на транспорте [1], активный поиск изучения и последующего внедрения новейшей научно-технической информации в транспортной сфере, а также поиска способов оптимизации и контроля за результатами производства для достижения наиболее оптимальных результатов труда [2]. Изучение показывает, что только такой всесторонний подход может стать источником сильного конкурентного роста российской транспортной системы и опорой для местной региональной и государственной экономики [4].

Транспорт, как важнейшее связующее звено в экономической, социальной, культурной жизни страны, постоянно находится под воздействием всего спектра государственных проблем, наиболее значимыми из которых являются: низкий технический уровень подвижного состава, транспортной техники и путей сообщения; недостаточные объёмы финансирования; отсутствие устойчивых транспортных связей в труднодоступных регионах страны; недостаточное развитие логистической инфраструктуры транспортной отрасли, а также проблемы безопасности движения транспортных средств и самой организации транспортной деятельности. Для преодоления всего комплекса насущных проблем были разработаны «Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года», утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 27 ноября 2021 г. № 3363-р, и другие стратегические документы в сфере транспорта.

Ключевыми целями Министерства транспорта Российской Федерации на 2022 год явились:

- 1) повышение пространственной связанности и транспортной доступности территорий;
- 2) повышение мобильности населения и развитие внутреннего туризма;
- 3) увеличение объема и скорости доставки грузов, в том числе транзитных, и развитие мультимодальных логистических технологий;
- 4) цифровая и низкоуглеродная трансформация отрасли и ускоренное внедрение новых технологий.

Об огромной важности этой отрасли экономики свидетельствуют итоговые показатели 2022 года. Так, общий объём грузоперевозок достиг в 2022 году 3 трлн т-км (или 99,7 % к уровню 2021 года), объём перевозок грузов – 6,9 млрд тонн (или 99,6 % к уровню 2021 года). При этом коммерческий грузооборот составил 2,9 трлн т-км, объём коммерческих перевозок грузов – 2,9 млрд тонн. Рост показателя наблюдается на автомобильном (+0,3 % (+15,1 млн тонн)), морском (+20,2 % (+4,8 млн тонн)) транспорте в связи с постепенным преодолением негативных последствий, вызванных санкционным давлением со стороны недружественных стран, переориентацией грузоперевозок на Восток и в Азию, освоением новых маршрутов и транспортного коридора «Север – Юг». Снижение показателя наблюдается на железнодорожном (-3,7 % (-47,7 млн тонн)), воздушном (-58,9 % (-0,9 млн тонн)), внутреннем водном (-0,8 % (-0,9 млн тонн)) транспорте. Ощутимыми факторами стали взаимное закрытие воздушного пространства с недружественными странами и запрет ввоза (вывоза) ряда товаров из недружественных стран (преимущественно из стран Европейского союза). Следует отметить, что некоторое снижение численности пассажиров на железнодорожном, автобусном, речном транспорте, объясняется значительным увеличением личных транспортных средств. Причём в самом ближайшем будущем, это будут не только автомобили, но средства воздушного передвижения. В районы Крайнего Севера и приравненные к ним местности в 2022 году было отправлено 17,6 млн тонн грузов, включая коммерческие перевозки, что составляет 104,4 % к уровню 2021 года, в том числе нефти и нефтепродуктов наливом – 1,7 млн тонн, сухогрузов – 14,9 млн тонн (из них каменного угля – 1,08 млн тонн), лесных грузов в плотках – 1,02 млн тонн.

Объём перевозок пассажиров на транспорте общего пользования (с учетом оценки объёма городского электрического транспорта) в 2022 году по сравнению с 2021 годом увеличился на 4,1 % и составил 14 290,9 млн человек, пассажирооборот транспорта общего пользования (с учетом оценки пассажирооборота городского электрического транспорта) в 2022 году составил 487 млрд пасс. км., превысив уровень 2021 года на 1,6 %.

Динамика занятых в транспортной сфере так же имеет положительную тенденцию. Среднесписочная численность работников крупных и средних организаций транспортного комплекса за 2022 год составила 1,96 млн человек.

Транспорт служит основой существования сферы обращения, поддерживая непрерывную связь между производителями, лицами, оказывающими услуги и потребителями. Индекс тарифов на услуги пассажирского транспорта (период с начала года к соответствующему периоду предыдущего года) в 2022 году составил 110,2 %, в том числе на услуги автомобильного транспорта – 110 %, воздушного – 115,6 %, железнодорожного – 108,6 %, городского электрического транспорта – 109,2 %. Индекс тарифов на грузовые перевозки (без трубопроводного транспорта) (период с начала года к соответствующему периоду предыдущего года) в 2022 году составил 113,9 %, в том числе на железнодорожном транспорте – 114,8 %, морском – 110,7 %, внутреннем водном – 114,4 %, автомобильном – 114,3 % и воздушном транспорте – 110,6 %.

Практика показывает, что внедрение цифровых технологий позволяет сделать революционный перевод трудоемких операций в автоматизированное или автоматическое управление. Традиционный бумажный документооборот уходит в прошлое. Большинство руководителей, обеспечивающих управление транспортными системами, за последние годы ощутили на практике все преимущества удаленного управления и удобство автоматизации. Еще недавно казавшиеся экзотикой «боты» и системы искусственного интеллекта стали широко применяться, а эффект от использования подобных систем превзошел все ожидания [5].

Общие для России задачи развития транспортного комплекса в зависимости от конкретных условий социально-экономического развития регионов имеют свою специфику, направленность и приоритеты, которые учитываются при разработке приоритетов государственной транспортной политики.

В Северо-Западном федеральном округе транспорт является одной из отраслей специализации и играет важнейшую роль в развитии внешнеторговых связей России. В перспективе, по мере роста перевозок по евроазиатским транспортным направлениям «СеверЮг» и «Восток-Запад», возрастет его роль в обеспечении транзитных перевозок. Приоритетами развития транспорта в округе являются создание и развитие скоростных перевозок пассажиров и грузов железнодорожным и автомобильным транспортом, модернизация и строительство новых портовых комплексов на Балтике, Белом и Баренцевом морях, формирование и устойчивое функционирование транспортных связей Калининградской области с другими регионами России.

Центральный федеральный округ обладает развитой транспортной системой, главными задачами развития которой является технологическая модернизация, повышение конкурентоспособности и качества обслуживания населения и экономики, обеспечение устойчивой работы транспорта в условиях растущих объемов перевозок грузов и пассажиров. Одной из важнейших проблем округа является развитие Московского транспортного узла – наиболее крупного в России. Приоритетами развития транспорта в округе являются создание и развитие скоростных перевозок пассажиров и грузов железнодорожным и автомобильным транспортом, комплексное развитие Московского транспортного узла и максимальный вынос грузовой работы за его пределы с созданием необходимой инфраструктуры [3].

В Южном федеральном округе транспорт является одной из важнейших отраслей экономики и его развитие направляется на решение следующих основных задач: развитие транспортной системы регионов округа; транспортное обеспечение растущих объемов внешней торговли страны и международного транзита; развитие рекреационных возможностей региона. Приоритетами развития транспорта в округе являются создание скоростных железнодорожных и автодорожных направлений, повышение пропускной способности сетей всех видов транспорта, включая усиление подходов к морским портам, строительство новых железных и автомобильных дорог, воднотранспортных межбассейновых

соединений, комплексное развитие крупнейшего Новороссийского транспортного узла и формирующейся агломерации Ростов-на-Дону – Аксай – Батайск – Новочеркасск.

Развитие транспорта в Приволжском федеральном округе будет определяться, с одной стороны, развитием его экономики – реализацией промышленного и сельскохозяйственного потенциала регионов, ростом потребительского сектора, с другой стороны, повышением значения транспортной системы округа для осуществления перевозок в межрегиональном, внешнеторговом и транзитном сообщениях.

В Уральском федеральном округе транспортная система призвана обеспечить развитие старейшего в России индустриального региона, а также освоение перспективных месторождений полезных ископаемых. Основные широтные коммуникации округа входят в состав евроазиатского транспортного направления «Восток-Запад».

В Сибирском федеральном округе задачи развития транспортной системы значительно отличаются по различным регионам в зависимости от их специализации, уровня экономического и социального развития, географических характеристик.

В Дальневосточном федеральном округе главной задачей в области транспорта является крупномасштабное развитие транспортной инфраструктуры для обеспечения социально-экономического прогресса регионов округа, повышения транспортной связности регионов округа между собой и с остальной территорией страны, реализации благоприятных возможностей для развития международных торговых и социальных связей, прежде всего, со странами Азиатско-Тихоокеанского региона.

Существенным вкладом в реализацию намеченных планов может служить создание единого координационного центра, а также налаживание взаимодействия между органами государственной власти и частным сектором. В качестве положительных примеров такого сотрудничества отметим, что уже построено, реконструировано и отремонтировано десятки тысяч километров автомобильных дорог, вырос на 40% грузооборот железнодорожного транспорта, восстановлены взлётно-посадочные полосы на 25 аэродромах, выстроены 10 терминалов, на 50% вырос объём перевозок морского транспорта. Таким образом, следует продолжать целенаправленную реализацию мер по развитию региональных транспортных систем России, которые позволят вывести нашу страну на качественно новый уровень своего экономического развития.

Список литературы

1. Комов М.С. Проблемы развития инновационной деятельности промышленных предприятий // Необходимость, возможность и факторы развития инновационной: ограниченной ответственностью «Амирит». 2020. – С. 45-49.

2. Латышева Н.А., Шведов Л.А., Абабко А.А. Информатизация общества и информационные технологии как фактор конкурентоспособного развития российских предприятий // Проблемы современной экономики: материалы VIII Международной научной конференции. – Казань: Молодой ученый. 2018. – С. 1-3.

3. Мьялина Н.Ж. Принципы и подходы к цифровой логистике в сфере транспортных услуг // Искусственный интеллект и цифровизация современного социально-экономического пространства: коллективная монография. Глава 6. – Саратов: Общество с ограниченной ответственностью «Амирит». 2022. – С. 70-81.

4. Панько Ю.В. Анализ условий управления транспортно-логистическими потоками в цифровой среде // Актуальные проблемы современного транспорта. – 2023. – № 2(12). – С. 67-75.

5. Унижаев Н.В., Власенко М.Н., Шедько Ю.Н. Совершенствование управления региональными транспортными системами Российской Федерации в условиях цифровой трансформации // Фундаментальные исследования. – 2022. – № 8. – С. 137-141. [Электронный ресурс]. – URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=43316> (дата обращения: 29.10.2023).

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОБЪЕМОВ ПЕРЕВОЗОК ПО КОМБИНИРОВАННЫМ МОДЕЛЯМ

Тарабукина Надежда Андреевна – старший инженер лаборатория проблем транспорта

Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера ФИЦ Коми НЦ УрО РАН

Аннотация. Описана программа, разработанная для уточнения прогнозируемых объемов грузопотока, все расчеты и вычисления которой производятся с помощью нескольких блоков обработки данных (БОД). Вычисления в БОДах выполняются на языке программирования Julia. Исходные данные считываются из базы данных (Excel-файла) в Julia, результаты вычислений экспортируются обратно в Excel-файл. В зависимости от исходных и выходных данных можно вывести результат прогнозного выполнения плана объемов грузопотока по месяцам, по годам.

Ключевые слова: Julia, Excel, блок обработки данных, объемы перевозок, целевой показатель, прогнозируемый объем грузопотока.

SOFTWARE FORECASTING OF TRAFFIC VOLUMES BY COMBINED MODELS

Tarabukina Nadezhda A. – Senior Engineer Researcher of Laboratory of transport problems Institute of socio-economic and energy problems of the North of Federal research center Komi scientific center of the Ural branch of the Russian Academy of Sciences.

Abstract. A program developed to clarify the projected volumes of cargo traffic is described, all calculations and calculations of which are performed with the help of several data processing units. Calculations in several data processing units are performed in the Julia programming language. The source data is read from the database (Excel file) in Julia, the calculation results are exported back to the Excel file. Depending on the source and output data, it is possible to output the result of the forecast fulfillment of the cargo traffic volume plan by month, by year.

Keywords: Julia, Excel, data processing unit, traffic volumes, target indicator, projected volume of cargo traffic.

Методологические и математические аспекты прогнозирования, в том числе разработка и исследование моделей и алгоритмов оптимального развития транспортной системы региона рассмотрены в книге [1].

Оптимистический и пессимистический сценарии формирования транспортных подходов к Арктической транспортной системе на основе достижения целевых показателей описаны в работе [2].

В условиях нестабильности экономики для прогнозирования развития транспортных систем приходится использовать системы комбинированных моделей прогнозирования [3]. Такие модели состоят из комплекса регрессионных моделей, совокупности интеллектуальных моделей, в частности, искусственных нейронных сетей, которые дополняются сценарным прогнозированием.

В приложении к документу [4] приводится таблица «Прогнозируемый объем грузопотока по Северному морскому пути». На основании данных этой таблицы лабораторией проблем транспорта разработана программа для уточнения прогнозируемых объемов грузопотока на будущий год по данным текущего года [5], все расчеты и вычисления которой производятся с помощью нескольких блоков обработки данных (БОД). Вычисления в БОДах

выполняются на языке программирования Julia [6-10]. Исходные данные считываются из базы данных (Excel-файла) в Julia, что позволяет легко корректировать веса переменных в зависимости от прогнозируемых объемов грузопотоков. Результаты вычислений также экспортируются в Excel-файл. В зависимости от исходных и выходных данных можно вывести результат прогнозного выполнения плана объемов грузопотока по месяцам, по годам. По мере поступления реальных значений объемов перевозок по Северному морскому пути (СМП) возможно будет оценивать влияние внешних факторов на прогнозируемые показатели.

Сеть является трехуровневой. На первом уровне осуществляется обработка данных по объемам перевозок помесечно в течение года для каждого из проектов. На втором уровне формируется наиболее вероятные значения показателей в будущем году с учетом тенденций текущего года. На третьем уровне прогнозные значения показателей корректируются с учетом воздействия эндогенных и экзогенных факторов.

При получении фактических значений за текущий месяц БОД 1-го уровня анализирует накопленную разность и показывает тенденцию: плановый показатель достигается или не достигается.

На рисунке 1 представлен фрагмент 1-го уровня для примера, состоящий из двух БОДов (для проектов «Новый Порт» и «Восток ОЙЛ»), расчеты приводятся для 2023 г. Первоначально полагаем, что проекту «Новый Порт» отправки будут приблизительно равномерными по месяцам. По проекту «Восток ОЙЛ» в 2023 г. грузопоток не планируется.

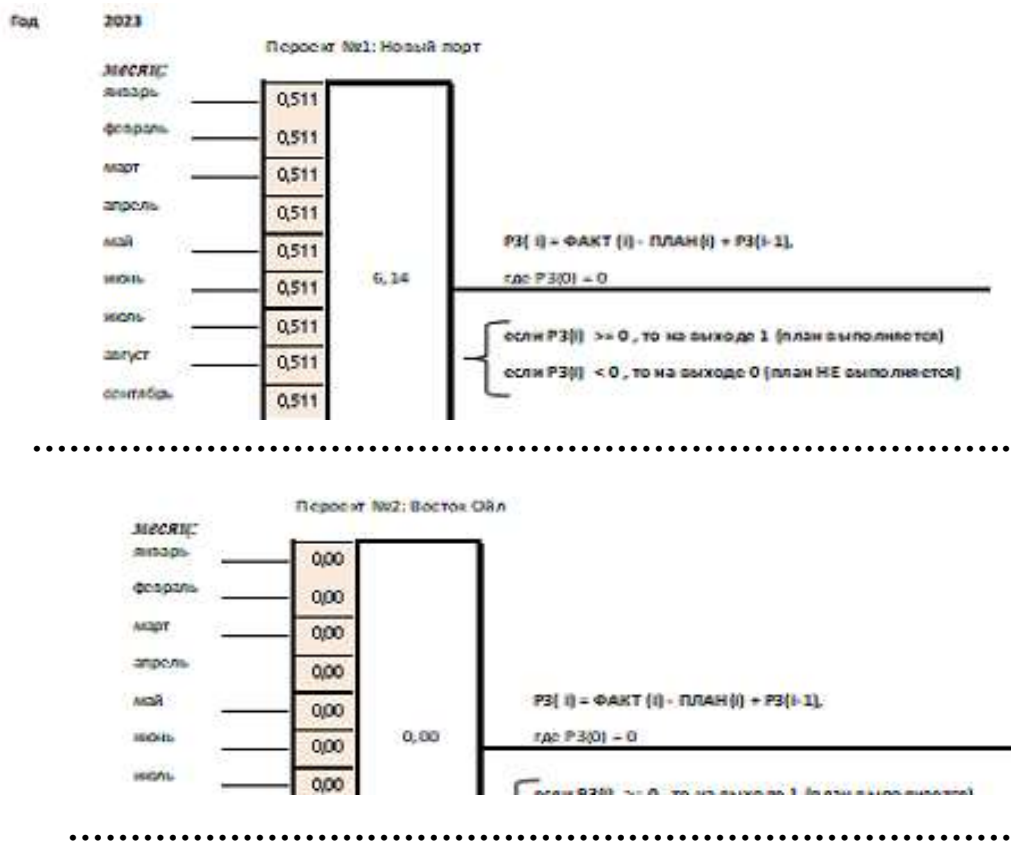


Рисунок 1 – Фрагмент БОДа 1-го уровня

В соответствии со схемой (рис. 1) заполняются листы в файле Microsoft Excel с исходными данными для каждого проекта (пример для одного проекта представлен на рисунке 2, столбцы «D и F»). В этой же таблицы будут выведены результаты после всех расчетов в столбцы «G, H, I». Для расчета данных по объемам перевозок помесечно в течение года представлена формула (1):

$$PЗ(i) = \text{ФАКТ}(i) + PЗ(i-1) - \text{ПЛАН}(i), \quad (1)$$

где $PЗ(i)$ – разность объемов плана и факта за текущий месяц (1 месяц: $PЗ(0) = 0$), если $PЗ(i) < 0$, то на выходе 0 (план не выполняется); если $PЗ(i) \geq 0$, то на выходе 1 (план выполняется); $\text{ФАКТ}(i)$ – фактические перевозки в текущем месяце; $PЗ(i-1)$ – разность объемов плана и факта за предыдущий месяц; $\text{ПЛАН}(i)$ – перевозки по плану в текущем месяце.

		A	B	C	D	E	F	G	H	I	
1	Смысловое значение переменных (наименование проекта) ¹						Новый Порт	№ п/п	1		
2	Прогнозируемый объем грузопотока по ¹ (млн т) PЗ,j						6,14	млн т			
3	2023	Объем перевозок ежемесячно									
4	месяцы	№ месяца	Обозначение переменных ПЛАН [plan i,j]	ПЛАН	Обозначение переменных ФАКТ [fi,j]	ФАКТ	PЗ	битовое значение для PЗ	Смысловое обозначение		
5	январь	1	plan1,1	0,511	fact1,1	0,65	0,139	1	план выполняется		
6	февраль	2	plan1,2	0,511	fact1,2	0,65	0,278	1	план выполняется		
7	март	3	plan1,3	0,511	fact1,3	0,65	0,417	1	план выполняется		
8	апрель	4	plan1,4	0,511	fact1,4	0,65	0,556	1	план выполняется		
9	май	5	plan1,5	0,511	fact1,5	0,40	0,445	1	план выполняется		
10	июнь	6	plan1,6	0,511	fact1,6	0,40	0,334	1	план выполняется		
11	июль	7	plan1,7	0,511	fact1,7	0,40	0,223	1	план выполняется		
12	август	8	plan1,8	0,511	fact1,8	0,40	0,112	1	план выполняется		
13	сентябрь	9	plan1,9	0,511	fact1,9	0,40	0,001	1	план выполняется		
14	октябрь	10	plan1,10	0,511	fact1,10	0,40	-0,11	0	план НЕ выполняется		
15	ноябрь	11	plan1,11	0,511	fact1,11	0,40	-0,221	0	план НЕ выполняется		
16	декабрь	12	plan1,12	0,520	fact1,12	0,40	-0,341	0	план НЕ выполняется		
17	Итого			6,141		5,80					
18	с распоряжения:			6,14							

Рисунок 2 – Исходные и выходные данные для расчетов в БОД 1-го уровня

Исходные данные считываются из Excel-файла в Julia с помощью пакета XLSX.jl (код программы представлен на рис. 3). Результаты вычислений экспортируются в Excel-файл (рис. 2, столбцы «G, H, I»).

Если по какому-то источнику грузопотока (проекту) будет накоплено значительное отставание в текущем месяце, то будет сигнализироваться «план НЕ выполняется» и это означает, что к концу года выполнение плана под угрозой.

При получении реальных данных по объему грузопотока по СМП за 2023 г. при условии сохранения тенденций изменения грузопотока возможно будет проверить достижимость (недостижимость) целевого показателя в 2024 г. Аналогично при получении данных за 2029 и 2034 гг. возможно будет полагать о достижении целевых показателей в 2030 и 2035 гг.

На втором уровне (БОД 2-го уровня) формируются наиболее вероятные значения показателей в будущем году (следующим, в нашем примере – 2024 г.) с учетом тенденций текущего года. Формула (2), учитывает влияние внешних факторов на основе значения показателя в предыдущем году:

$$v_{(j)} = f_{k(j-1)} / p_{k(j-1)}, \quad (2)$$

где $v_{(j)}$ – коэффициент (отношение фактического объема к плановому за год); $f_{k(j-1)}$ – фактическое значение показателя объема перевозок по СМП для k -го проекта в $j-1$ году, а $p_{k(j-1)}$ – плановое значения для $(j-1)$ года. Если проект еще не функционирует, но планируется запустить в следующем году, $v_{(j)}$ – присваивается значение «1», чтобы при дальнейших расчетах не пропал прогнозный план (значение) на будущий год.

```

jupyter Untitled1 Потоковое управление временем вычисления (кэширование вычислений)
File Edit View Insert Cell Format Windows Help
In [ ]:
using DataFrames, RLSX
function result_fdd(fail, list)
    dano1 = RLSX.readdata(fail, list, "A1:J18")

    plan1j = [dano1[i, 4] for i in 1:5:16] # объем грузопотока по ОМ (млн т) по плану за 2023
    fact1j = [dano1[i, 6] for i in 1:5:16] # объем грузопотока по ОМ (млн т) по факту за 2023

    fdd = collect(skipmissing(fact1j))

    f1 = length(fdd)
    RZ1 = Matrix{Any}(undef, f1, 3)
    RZ1[1, 1] = fact1j[1] + 0 - plan1j[1]
    for i=1:f1
        RZ1[i, 1] = fact1j[i] - RZ1[i-1, 1] - plan1j[i]
    end
    for k=1:f1
        if RZ1[k, 1] >= 0
            RZ1[k, 2] = 1
            RZ1[k, 3] = "НДА достигнута"
        else
            RZ1[k, 2] = 0
            RZ1[k, 3] = "ОМ не достигнута"
        end
    end
    RLSX.writexlsx(fail, mode="rw") do xf
        sheet = xf[1] # 1-й лист 2-й лист по плану за 2023
        sheet = xf[list]
        sheet["D1:J18"] = length(fact1j) - RZ1
        sheet["S1:J18"] = [RZ1 result_RZ1 signat_1]
    end

    fail = "monthly_2023.xlsx"
    listas = ["monthly_1", "monthly_1", "monthly_1", "monthly_4", "monthly_5", "monthly_6", "monthly_"]

    for list in listas
        result_fdd(fail, list)
    end
end

```

Рисунок 3 – Код на языке программирования Julia

Далее рассчитываем сумму всех проектов в прогнозируемом следующем году. Прогнозный целевой показатель определяется по формуле (3):

$$S^* = \sum_{k=1}^N p_{k(j)} \cdot v_{(j)}, \quad (3)$$

где N – число проектов; $p_{k(j)}$ – план объемов перевозок в j году. Если S^* не меньше значения целевого показателя, то на выходе БОДа 2-го уровня выдается «1» (достаточная грузовая база), если S^* меньше значения целевого показателя, то на выходе – «0» (НЕ достаточная грузовая база).

Если реальные значения показателя $f_{k(j)}$ образуют временной ряд [11,12] при $j = \overline{1,7}$ (с 2023 по 2029 гг.), то предполагаемое значение $f_{k(8)}$ для 2030 г. можно определить методом регрессионного анализа. Аналогично при $j = \overline{1,12}$ можно предполагать значение $f_{k(13)}$ для 2035 г. В случае нестабильных динамических показателей объемов перевозок следует в качестве $v_{(j)}$ использовать экспертные оценки выполнения взаимных обязательств, касающихся объема ежегодного грузопотока согласно плана развития Северного морского пути на период до 2035 года [4].

БОД 3-го уровня корректирует прогнозные значения показателей с учетом воздействия эндогенных и экзогенных факторов. Результат вычислений: «Будет достигнут целевой показатель» или «НЕ будет достигнут целевой показатель».

Из множества факторов, оказывающих влияние на функционирование СМП, на наш взгляд, наиболее существенными являются: политико-экономические риски, природно-климатические риски, недостаточная грузообразующая база.

Изначально сеть программируется на достижение планируемых значений путем подбора соответствующих значений весовых коэффициентов w_i . С использованием программной реализации искусственных нейронных сетей (ИНС) – пакета Flux.jl [13] (библиотека машинного обучения, написан на языке программирования Julia, и для него) определены весовые коэффициенты входных переменных w_1, w_2 и w_3 (таблица), установлено пороговое значение $P=0,2$.

Таблица – Входные и выходные переменные и их веса для БОД 3-го уровня

Обозначение переменных	Смысловое значение переменных x_i	«Вес» переменной w_i
x_1	Политико-экономические риски	0,13
x_2	Природно-климатические риски	0,11
x_3	Недостаточная грузообразующая база	0,7
y	Целевой показатель не достигнут	

Условно будем считать, что одновременное воздействие политико-экономических (x_1) и природно-климатических (x_2) рисков не позволит достигнуть значения целевого показателя. Такая ситуация является маловероятной, но и её исключать нельзя.

Большее влияние на достижение целевого показателя объемов перевозок по СМП оказывает достаточность (недостаточность) грузовой базы (результаты расчетов рис. 4(а)), т.е. при достаточности грузовой базы целевой показатель будет достигнут, при недостаточности – не будет достигнут (рис. 4 (б)). Но при наличии одновременно двух рисков x_1 и x_2 , достаточная грузовая база не приведет к достижению целевого показателя.

	A	B	C	D	E
	Политико-экономические риски	Природно-климатические риски	Недостаточная грузообразующая база	Целевой показатель	Целевой показатель будет /не будет достигнут
1	x_1	x_2	x_3	y_1	Смысловое обозначение
2					
3	0	0	0	0	0 Будет достигнут целевой показатель
4	0	1	0	0	0 Будет достигнут целевой показатель
5	1	0	0	0	0 Будет достигнут целевой показатель
6	1	1	0	0	1 НЕ будет достигнут целевой показатель
7					

а) результат расчетов при достаточной грузовой базы

	A	B	C	D	E
	Политико-экономические риски	Природно-климатические риски	Недостаточная грузообразующая база	Целевой показатель	Целевой показатель будет /не будет достигнут
1	x_1	x_2	x_3	y_1	Смысловое обозначение
2					
3	0	0	1	1	1 НЕ будет достигнут целевой показатель
4	0	1	1	1	1 НЕ будет достигнут целевой показатель
5	1	0	1	1	1 НЕ будет достигнут целевой показатель
6	1	1	1	1	1 НЕ будет достигнут целевой показатель

б) результат расчетов при недостаточной грузовой базы

Рисунок 4 – Экспорт результатов БОД 3-го уровня

Вывод: неопределенность в достижении прогнозных значений объемов перевозок по СМП побуждает создавать комбинированные системы моделей прогнозирования, их основу могут составлять искусственные нейронные сети, которые дополняются регрессионными моделями и экспертными методами.

Список литературы

1. Андронов А.М., Киселенко А.Н., Мостивенко Е.В. Прогнозирование развития транспортной системы региона. – Сыктывкар: КНЦ УрО РАН, 1991. – 178 с.

2. Киселенко А.Н., Сундуков Е.Ю. Оптимистический и пессимистический сценарии формирования транспортных подходов к Арктической транспортной системе на основе достижения целевых показателей // Мир транспорта. – 2020. – Т. 18, № 6(91). – С. 46-62.
3. Киселенко А.Н., Сундуков Е.Ю., Тарабукина Н.А. Методы прогнозирования развития транспортных систем в современных условиях // Мир транспорта. – 2022. – Т. 20, № 3(100). – С. 40-49.
4. Распоряжение Правительства РФ от 01.08.2022 № 2115-р «Об утверждении Плана развития Северного морского пути на период до 2035 года» // Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (дата обращения 20.11.2023).
5. Сундуков Е.Ю., Тарабукина Н.А. Искусственная нейронная сеть для уточнения прогнозируемых объемов грузопотоков по Северному морскому пути // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2022. Материалы Международной научно-практической конференции. 9-10 ноября 2022 г. – СПб: ИПТ РАН. – 2022. – Т. 1. – С. 74-79.
6. Jeff Bezanson, Stefan Karpinski, Viral B. Shah, Alan Edelman. Julia: A Fast Dynamic Language for Technical Computing, arXiv, 2012. – 27 p.
7. Белов Г.В., Аристова Н.М. О возможностях использования языка программирования Julia для решения научных и технических задач / Вестник Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. – Серия Приборостроение. – 2020. – № 2 (131). – С. 27-43.
8. Королёва А.Д. Распределение вычисления в Julia // XLIX итоговая студенческая научная конференция Удмуртского государственного университета: материалы Всероссийской конференции. – Ижевск: Удмуртский государственный университет. – 2021. – С. 23-24.
9. Давыдов А.В., Жусупова А.К., Салыкова О.С. Сравнение различных языков программирования, применяемых в машинном обучении // Вестник науки. – 2023. – Т. 3, № 2 (59). – С. 155-165.
10. Язык программирования Julia разрабатывается с 2009 года в Массачусетском технологическом институте (MIT). Распространяется бесплатно по лицензии MIT. Официальный сайт проекта. [Электронный ресурс]. – URL: <https://julialang.org> (дата обращения 20.11.2023).
11. Дрейпер Норман, Смит Гарри. Прикладной регрессионный анализ, 3-е издание.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2007. – 912 с.
12. Вадзинский Р. Статистические вычисления в среде Excel. Библиотека пользователя. – СПб.: Питер, 2008. – 608 с.
13. Flux: The Julia Machine Learning Library. [Электронный ресурс]. – URL: <https://fluxml.ai/Flux.jl/stable/> (дата обращения 20.11.2023).

УДК 656

ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССА ЦИФРОВИЗАЦИИ НА УПРАВЛЕНИЕ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ РОССИИ

Комов Михаил Сергеевич – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономической теории и менеджмента

ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта»

Аннотация. В работе обоснована актуальность процесса цифровизации транспортно-логистической системы России. Рассмотрен процесс развития информационно-коммуникационных технологий и цифровизации транспортно-логистических услуг. Обозначены основные цели цифровизации транспортно-логистической системы

России. Выявлены тенденции развития транспортно-логистической отрасли в контексте цифровизации экономики.

Ключевые слова: транспорт, логистика, транспортно-логистическая система, цифровизация, цифровая экономика

THE IMPACT OF THE DIGITALIZATION PROCESS ON THE MANAGEMENT OF THE TRANSPORT AND LOGISTICS SYSTEM OF RUSSIA

Komov Mikhail S. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Economic Theory and Management

Russian University of Transport

Abstract. The paper substantiates the relevance of the digitalization process of the transport and logistics system of Russia. The process of development of information and communication technologies and digitalization of transport and logistics services is considered. The main goals of digitalization of the transport and logistics system of Russia are outlined. Trends in the development of the transport and logistics industry in the context of digitalization of the economy are revealed.

Keywords: transport, logistics, transport and logistics system, digitalization, digital economy

В настоящее время происходит формирование цифровой экономики, что является задачей стратегического развития страны. Под цифровой экономикой подразумевается «управляемая система социально-экономических отношений, в которой вовлечение ресурсов, взаимодействие субъектов и объектов, а также получение полезного результата обеспечивается путем обмена цифровыми данными о параметрах и свойствах каждого элемента системы с помощью информационно-коммуникационных технологий».

Транспорт является связующим звеном между производителем и потребителем, а логистика на транспорте обеспечивает оптимальные варианты перемещения товаров и услуг, удовлетворяющие всех участников процесса. Поэтому информация является основой для обеих отраслей: и транспортной, и логистической так как они позволяют прогнозировать и оптимизировать цепочки поставок.

Развитие информационно-коммуникационных технологий и цифровизация транспортно-логистических услуг предполагает несколько этапов:

1. Использование информационно-коммуникационных технологий для наиболее эффективной деятельности организаций и уменьшения стоимости оказываемых услуг.
2. Использование автономных транспортных средств для уменьшения эксплуатационных расходов организаций.
3. Использование единых цифровых платформ для повышения эффективности деятельности организаций и уменьшения сроков доставки, за счет увеличения маршрутной скорости.
4. Использование совместно всеми участниками транспортно-логистических услуг имеющихся ресурсов: складских площадей, грузовых площадей, транспортных площадей, трудовых ресурсов и других ресурсов для повышения эффективности деятельности каждого из участников процесса.

В России формирование цифровой экономики происходит в соответствии с программой «Цифровая экономика Российской Федерации», в рамках реализации которой предполагается разработка ведомственного проекта «Цифровой транспорт и логистика» [1]. Для ускорения цифровизации транспортной логистики в 2018 году была создана ассоциация «Цифровой транспорт и логистика», главной задачей которой является развитие единого транспортного и логистического пространства России на основе внедрения отечественных решений и цифровых технологий [2].

Можно выделить основные цели цифровизации транспортно-логистической системы России:

- увеличение транспортного потенциала страны;
- совершенствование системы мультимодальных перевозок;
- повышение качества грузовых перевозок;
- обеспечение доступности транспортно-логистических услуг для населения;
- совершенствование транспортно-логистической инфраструктуры;
- создание цифровой платформы в транспортно-логистической сфере [3].

Таким образом, внедрение цифровых технологий на транспорте и в логистические процессы является одним из приоритетных направлений полноценного становления цифровой экономики, так как услуги данной сферы используются во всех отраслях.

Прогнозы и оценки развития транспортно-логистической сферы в области управления операционными процессами, по нашему мнению, выглядят следующим образом.

По оценкам ведущих экспертов транспортно-логистическая отрасль будет меняться следующим образом:

- Активная общемировая цифровизация всей транспортной сферы. Это неизбежный процесс, который был запущен 20 лет назад, когда активно начала развиваться IT-сфера. Все меняется настолько стремительно в цифровых технологиях, что такими сногшибательными вещами, как, например, «умный дом» или роботизированный пылесос уже никого не удивит. Причем темпы развития IT-сферы с каждым последующим десятилетием увеличиваются в несколько раз по сравнению с предыдущим. Сюда можно включить развитие технологий смежных с транспортно-логистической сферой, которые так или иначе пересекаются с транспортной областью. Это такие технологии, как: анализ крупных групп баз данных блокчейн, интернет вещей, искусственный интеллект, технологии распределенных реестров и технологии электромобильности;

- Нехватка квалифицированных кадров. Данный пункт вытекает из предыдущего. Все меняется и развивается настолько быстро, что люди просто не успевают переучиваться. Уже на сегодняшнее время транспортные фирмы чувствуют нехватку квалифицированных работников;

- Массовое сокращение людей некоторых специальностей. Ярким примером такой профессии в транспортной отрасли является специальность водителя. Это обстоятельство произойдет из-за создания беспилотных грузовиков и повсеместного их использования. Сейчас они находятся на стадии испытания [4].

Как только они начнут использоваться массово, необходимость в водителях полностью отпадет. Так как для транспортно-логистических компаний просто будет невыгодно пользоваться услугами водителей.

Коснется сокращение штата в транспортной области и некоторых других специальностей: диспетчеров, механиков, бухгалтеров, менеджеров и т. д. Решение этой проблемы экспертами видится в том, чтобы вовремя переобучать людей на другие нужные профессии.

В большинстве стран мира сильно поменяется законодательство в сфере защиты данных, а также в трудовом законодательстве.

Одним из примеров, которые показывают тот момент, что нужно в обязательном порядке менять законодательство, является переход в будущем полностью на электронный документооборот, потому что это очень удобно и значительно сокращает время на обработку груза. Бумажные документы просто исчезнут, как простая реликвия прошлого.

По мнению ведущих экспертов, в будущем большое внимание будет уделяться проблемам экологии.

Этот тренд уже сейчас актуален, а в будущем экологические проблемы будут решаться более эффективно. Так как у человечества в целом просто не остается выбора: или все погрязнет в отбросах жизнедеятельности людей или у будущих поколений будет чистый воздух и вода [5].

Следующими тенденциями в области цифровизации бизнеса и логистики можно выделить следующие:

- роботизация бизнес-процессов;
- изменение в лучшую сторону в операционных процессах транспортно-логистической области из-за внедрения новейшего программного обеспечения;
- появление в транспортно-логистической отрасли интеллектуальных транспортных систем;
- роботизация систем складского хранения;
- создание высокоскоростных автомагистралей и железнодорожных магистралей;
- в транспортно-логистической сфере произойдет оптимизация доставки на участке «последней мили» [6].

Благодаря цифровизации неизбежно произойдет удешевлению услуг в транспортно-логистической отрасли. Уменьшение стоимости предоставляемых потребителю услуг в транспортно-логистической области обязательно произойдет, так как для собственников транспортного бизнеса цена предоставляемых услуг уменьшится за счет сокращения персонала и времени. Уменьшится количество обслуживающего персонала в транспортных компаниях. соответственно рентабельность их вырастет за счет уменьшения денежных средств, которые приходилось выплачивать работникам фирм в виде заработной платы.

Согласно многочисленным проведенным исследованиям, которые производили эксперты в транспортно-логистической деятельности, все операционные процессы занимают 45–60% от общего рабочего времени. Общее рабочее время. это все время, включающее все операции, проводимых с грузом. Значение процента варьируется в зависимости от вида груза и дополнительных операций, если это требует потребитель.

Если же учесть, что все операционные процессы выполняет человеческий персонал, то становится понятно, почему так важно дальше вводить цифровизацию в транспортно-логистическую область. По оценкам ведущих экспертов, уже в недалеком будущем компьютеры полностью заменят людей, которые участвуют на сегодняшний момент времени в операционных процессах в транспортно-логистических компаниях.

Это обстоятельство позволит сократить время на операционные процессы, которые на сегодняшний день производят с грузом.

Благодаря цифровизации будут созданы полностью автономные беспилотные грузовики. Конечно, отдельные экземпляры уже имеются. И даже удачно пройдены некоторые испытания. То есть несколько полностью беспилотных фур смогли удачно проехать несколько десятков километров. Но цель цифровизации в будущем заключается в следующем. сделать так, чтобы в мире не осталось ни одного грузовика, управляемого водителем.

Внедрение цифровизации в транспортно-логистической сфере позволит решить некоторые экологические проблемы. Производителям софта придется создавать и внедрять принципиальное новое программное обеспечение.

Аналитики предсказывают, что данное программное обеспечение, которые некоторые аналитики в сфере транспорта называют «Искусственный интеллект» позволит уже в недалеком будущем полностью отказаться от персонала, который участвует на сегодняшний день в операционных процессах транспортно-логистических компаний.

Данное обстоятельство позволит значительно сократить время доставки грузов до потребителя. А это в свою очередь значительно увеличит рентабельность транспортных компаний, так как они за тот же промежуток времени смогут обработать больше заказов. Также уменьшение времени на доставку грузов положительным образом скажется на заказчиках, так как большинство перевозимых грузов так или иначе участвуют в общемировой экономике. А этот факт, в свою очередь, приведет к тому, что мировая экономика будет развиваться более быстрыми темпами, чем на сегодняшнее время.

Помимо этого, программный продукт «искусственный интеллект» включает в себя электронный документооборот. То есть все документы, необходимые для перевозки грузов,

формируются этой же программой в электронный вид, чтобы потом отправить их грузополучателю.

Программа «искусственный интеллект» также будет высчитывать: габариты груза, чтобы найти для него нужное место на промежуточном складе, время хранения, которое необходимо знать для того, чтобы вовремя его забрать. Помимо этого, данный программный продукт при помощи специальных датчиков будет поддерживать на складе определенные климатические условия, таких как: влажность, освещение и температура. На основании этих вводных данных в дальнейшем будет корректироваться срок хранения груза [7].

Создание в недалеком будущем полностью автономной транспортно-логистической автоматизированной системы должна полностью минимизировать участие человека в транспортных операциях. Она будет включать в себя не только новейшее программное обеспечение «Искусственный интеллект» и беспилотные грузовики, но и автоматизированные складские комплексы. Данные комплексы будут включать в себя полностью автоматизированные погрузчики и специальные роботы. Работая сообща с «Искусственным интеллект» погрузчики будут видеть, куда нужно поставить или убрать груз.

Цифровизация в транспортно-логистической отрасли в первую очередь скажется на повышении скорости обработки информации. В последнее время российские грузоотправители всё чаще используют цифровые платформы для решения повседневных операционных задач. Используя специализированные решения, товароотправитель может в режиме онлайн: организовать транспортный аукцион в пару кликов, отобрать перевозчика по заданным критериям и распределить заявки, отследить доставку груза, а затем проанализировать статистику.

Критически важным моментом для грузоотправителя является своевременность доставки и возможность отслеживать перемещение груза по маршруту. Это позволяет прогнозировать время загрузки/разгрузки и повысить уровень клиентского сервиса [8]. Автоматизация бизнес-процессов в логистике требует комплексного подхода.

Большинство российских организаций ведет учет в программах системы «1С: Предприятие». Для таких компаний автоматизация процессов логистики на базе 1С оказывается наиболее предпочтительной, выгодной и эффективной. Единая платформа позволяет легко интегрировать программы в комплексную систему управления транспортно-логистическими процессами.

Таким образом, деятельность логистики в нынешних обстоятельствах нереально в отсутствие интенсивного применения цифровых технологий. Характеризующими условиями становятся темп обрабатывания информации и получение нужных сведений, прозрачность и контроль исполнения операций, информационная и финансовая безопасность. Непосредственно они в существенной степени оказывают влияние на результативность управления предприятием и его экономические достижения.

Тренд на цифровизацию транспортной логистики автоматически предполагает новые стандарты для всех участников рынка. Программные продукты становятся комфортнее, проще и быстрее. Процесс заказа транспорта становится наиболее прозрачной, а контроль его исполнения упрощается. Можно решительно прогнозировать быстрый переход абсолютно всех участников рынка грузовых перевозок на цифровой формат деятельности.

Таким образом, цифровизация логистических процессов транспортно-логистических компаний на базе программного обеспечения являются важным и необходимым шагом на пути к достижению конкурентоспособности.

Список литературы

1. Распоряжение Правительства РФ от 28 июля 2017 г. № 1632-р «Об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации». [Электронный ресурс]. – URL: <http://static.government.ru/> (дата обращения 22.08.2023).

2. Лидеры транспортной отрасли России учредили ассоциацию «Цифровой транспорт и логистика». [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.mintrans.ru/> (дата

обращения 22.08.2023).

3. Горин В.С., Степанов А.А., Мищенко Е.А. Цифровизация как фактор развития транспортно-логистической отрасли в области управления операционными процессами «цифрового» транспорта и логистики // Современная экономика: проблемы и решения. – 2020. – № 2 (122). – С. 82-91.

4. Миротин Л.Б., Гудков В.А., Зырянов З.З. и др. Управление грузовыми потоками в транспортно-логистических системах. – М.: Горячая линия-Телеком, 2019. – 704 с.

5. Болодурина М.П. Концептуальные основы формирования и развития транспортно-логистической инфраструктуры // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2019. – Т.15, вып.2. – С. 240-257.

6. Курицына Н.И. Направление развития транспортной инфраструктуры региона как необходимого условия развития предпринимательства // Вестник Национальной академии туризма. – 2018. – № 1(45). – С. 76-78.

7. Кушнир А.М., Дмух А.Н. Цифровизация экономики: теоретико-методологические и практические аспекты // Вестник Юридического института МИИТ. – 2019. – № 2 (26). – С. 51-61.

8. Цифровизация и новые стандарты в транспортной логистике. [Электронный ресурс]. – URL: <https://s2b-group.net/post/2073> (дата обращения 22.08.2023).

УДК 33.334.021

ПЕРСПЕКТИВЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НА УГЛЕВОДОРОДНОМ РЫНКЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН И СТРАН ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

Белхароев Хаджимурад Уматгиреевич – кандидат юридических наук, доцент программы международная экономическая безопасность Института мировой экономики и бизнеса

Российский университет дружбы народов

Малыгин Геннадий Игоревич – кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории интеллектуальных транспортных систем

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

Аннотация. В работе изложены перспективы и проблемные вопросы взаимодействия России с государствами Центральной Азии. Раскрыто активное сотрудничество стран в рамках международных организаций, среди которых особое значение имеют СНГ, ЕАЭС, ОДКБ и ШОС.

Рассмотрена идея Президента Российской Федерации по созданию «газового союза», между Россией, Казахстаном и Узбекистаном и строительства приграничных газовых хабов с целью диверсификации экспортных поставок.

Ключевые слова: углеводородный рынок, взаимодействие, перспективы, союз, нефть, газ, продуктопровод, экспорт.

PROSPECTS FOR COOPERATION IN THE HYDROCARBON MARKET OF THE RUSSIAN FEDERATION, THE REPUBLIC, KAZAKHSTAN AND CENTRAL ASIAN COUNTRIES

Belkharoev Khadzhimurad U. – Ph.D., Associate Professor of program of International Economic Security Institute of World Economy and Business

Abstract. Abstract: the article shows problematic issues and the perspective of interaction between Russia and the states of Central Asia. Revealed the active cooperation of countries within the framework of international organizations among which the particular importance are the CIS, EAEU, CSTO and SCO.

The idea of the President of Russia to create a «gas union» between Russia, Kazakhstan and Uzbekistan was considered. And our country also supports the idea of building cross-border gas hubs in order to diversify export supplies.

Keywords: cooperation, prospects, union, oil, gas, product pipeline, export.

В современной экономике энергоресурсы оказывают серьезное влияние на мировую политику. Начиная с 90 г. XX века повысилось внимание к нефтегазовым ресурсам Центральной Азии со стороны европейских и китайских компаний. Роль этого региона как поставщика и транспортера нефти и газа будет возрастать. Российская Федерация как энергетическая держава вынуждена учитывать появление конкурентов в лице своих ближайших соседей. Учитывая специфику внешней политики стран Центральной Азии, а также их значимость в вопросах транспортировки нефти и газа, изучение энергетического сотрудничества Российской Федерации с Центральной Азией представляется весьма актуальным.

Аналитическая часть

Важное место в международной транспортно-коммуникационной системе Центральной Азии занимает Казахстан, представляющий собой территорию, через которую проходят три основных транзитных направления:

Европа – Китай (с участием России);

Европа – Китай (через страны ОЭС);

Россия – Центральная Азия.

По оценкам многих экспертов, к началу XXI века объем перевозок между Европой и Азией, по сравнению с 1990 годом, увеличится в 9 раз [1].

Внутреннее потребление газа в Казахстане ежегодно растет на 7%, к 2030 году планируется газифицировать населенные пункты, в которых проживает около 65% населения, соответственно оставшиеся 35% – будут охвачены после 2030 года, поэтому потребление газа на перспективу в Республике будет только расти. С 2017 по 2021 годы, заметно выросло потребление газа внутри страны с 13,8 до 18,6 млрд куб., рост составил 4,8 млрд куб.

На территории Казахстана реализовываются более 30 крупных проектов с участием российских компаний, которые затрагивают углеводородный рынок. Страны активно сотрудничают в рамках международных организаций (СНГ, ЕАЭС, ОДКБ, ШОС), деятельность и необходимость, которых, например, ОДКБ, подтвердилась на практике в ходе массовых беспорядков в Казахстане, когда по запросу руководства Республики, в кратчайшие сроки были переброшены совместные силы стран участников организации, которые участвовали в охране жизненно важных и государственных объектов, оказывали помощь в поддержании правопорядка.

В конце 2022 года состоялась встреча Президента Казахстана Касым-Жомрата Токаева с Президентом России В.В. Путиным. Визит имел знаковое значение, так как он был первым после переизбрания Президента Казахстана на новый срок руководства. На встрече особо было подчеркнуто, что у России и Казахстана, обширные перспективы для взаимного сотрудничества в различных сферах экономики. В ходе переговоров было отмечено, что Россия и Казахстан являются стратегическими партнерами, поэтапно растет товарооборот, который достигнут, несмотря на последствия пандемии коронавируса (более 25 млрд. долл.).

Президент России подчеркнул, что международная торговля находится в кризисе и России необходимо переориентировать экспортный потенциал на новые рынки. Содержание и насыщенность переговорного процесса, позволяют утверждать о намерении сторон, развивать сотрудничество на взаимовыгодных условиях. Ключевым вопросом взаимодействия между странами является необходимость налаживания транспортной инфраструктуры. Наши государства связывают многовековые взаимоотношения и общая история в рамках единой государственности.

Происходящий рост экономического сотрудничества, выводят страны на новый уровень сотрудничества. Формирование финансовых и транзитных центров, послужит хорошим началом интеграционного процесса стран.

Особой оценки заслуживает идея Президента России по созданию «газового союза» между Россией, Казахстаном и Узбекистаном, также наша страна поддерживает идею строительства приграничных газовых хабов, с целью диверсификации экспортных поставок.

Учитывая, что Казахстан преодолел кризис, связанный с внешним вмешательством, а Россия находится в противостоянии с объединенной западной коалицией, которая вводит новые ограничения на взаимодействие с нашей страной, выстраивание доверительных, взаимовыгодных отношений с постсоветскими странами имеет приоритетное значение.

Широкий обхват актуальных вопросов, сотрудничества на переговорах, показывают позитивный настрой российско-казахстанского сотрудничества и выводят страны на многовекторность внешней политики.

На постсоветском пространстве внешняя политика России была направлена на поддержание баланса интересов всех заинтересованных сторон. Осторожно реагируя на возникающие противоречия, нашей стране поэтапно удавалось сглаживать острые углы, дистанцируясь от вмешательства во внутренние политические процессы, происходящие в странах СНГ.

Углубление интеграционных процессов, послужит росту и реализации взаимных инвестиционных, научно-технических и образовательных проектов. Взаимное использование платежных систем, поэтапный переход на взаимные расчеты в национальных валютах, позволит в кратчайшие сроки нарастить объем товарооборота.

Привилегированный характер между стратегическими партнерами, всегда выражается в росте экономического взаимодействия и последовательности во внешнеполитической деятельности.

Необходимо отметить, что Россия ключевой торговый партнер для Казахстана, объем взаимной торговли имеет тенденцию роста. Россия обладает необходимыми технологиями добычи и переработки углеводородного сырья.

О.И. Егоров, О.А. Чигаркина отмечают, что «проблема комплексной переработки нефти, природного газа, конденсата стоит исключительно остро, особенно, если учесть, что все регионы, экономические районы функционируют в рыночных условиях хозяйствования» [2].

В Центральной Азии Республика Казахстан обладает исключительным геополитическим преимуществом, сухопутные транспортные маршруты из Узбекистана, Киргизии и Таджикистана пролегают через территорию Казахстана, что дополнительно придает статус транзитной страны и способствует росту взаимного товарооборота.

Выход к Каспийскому морю, позволяет Казахстану осуществлять внешнеэкономическую деятельность с прикаспийскими странами. В данном случае особо нужно использовать коридоры, ведущие в Китай. При полноценной рентабельности товаропотоков, необходимо полноценно выстроить новые транспортные маршруты (воздушные и железнодорожные).

Важно отметить, что наши страны эффективно сотрудничают в нефтегазовой сфере, реализован и функционирует проект магистрального трубопровода «Каспийский трубопроводный консорциум», по которому добываемая на территории Казахстана нефть поступает в нашу страну, и с черноморского побережья отгружается на экспорт.

Ниязбекова Ш.У., Назаренко О.В. отмечают, что «нефтегазовые предприятия оказывают значительное влияние на развитие национальной экономики за счет формирования основного источника налоговых доходов» [3].

После реализации проекта механического расширения, пропускная мощность нефтепровода достигла уровня 67 млн тонн нефти в год. С 2001 по 2020 годы по трубопроводу на мировой товарный рынок поставлено 578 175 091 тонн нефти из Казахстана. В 2021 году морским терминалом Новороссийска отгружено на экспорт 53 млн тонн нефти из Казахстана, в основном весь экспорт нефти, осуществляется через транспортные коридоры, которые пролегают по территории России: 79% – КТК и 18% – Атырау-Самара.

Нурмуханбетова Л.К., Дингазиева Б.Д. отмечают, что «наращивание экономического потенциала нефтегазового сектора обеспечивается наращиванием объемов добычи нефти в целом по республике, созданием разветвленной сети инфраструктурных производств, формированием новых отраслей специализации» [4].

Ежегодно 10 млн тонн нефти Россия экспортирует в Китай, через территорию Республики Казахстан. Возможность довести прокачку нефти до 20 млн. тонн у Республики имеется.

Крупнейшими покупателями Казахской нефти являются Австрия, Италия, Испания, Франция, Швейцария, Нидерланды, Румыния, Греция и Индия. В 2022 году планируют экспортировать 69 млн тонн. Общая добыча нефти в Казахстане: 2017 – 86,2 млн тонн; 2018 – 77,4 млн тонн; 2019 – 90,5 млн тонн; 2020 – 85,7 млн тонн; в 2021 – 85,7 млн тонн.

Куликов А.Н. выдвигает мнение, что «одной из важных задач разработки нефтяных месторождений в настоящее время является повышение эффективности» [5].

В 2022 году добыча нефти в Республике Казахстан ожидается в районе около 87 млн тонн, а после 2024 года она может достичь 100 млн. тонн.

Смагулова С.М. отмечает, что «перспективы развития нефтепереработки и нефтехимии в Республики Казахстан неразрывно связаны с необходимостью с широкого заимствования международного опыта» [6].

Внутриотраслевой статьей сырьевого экспорта Казахстана по праву занимает природный уран, который поставляется в Россию и Китай.

С начала 2000-х годов основным экспортным направлением Казахстана является Китай, в поставках лидируют промышленные металлы, медь, нефть и газ. Проложен магистральный трубопровод Казахстан – Китай, по которому осуществляются поставки голубого топлива в Китай, также транзитом через территорию России, небольшими объемами, в 2021 году газ поставлялся на рынок Швейцарии и Украины.

Карибаев А.А. отмечает, что «нефтегазовый комплекс республики является определяющей отраслью в наращивании экономического потенциала суверенного Казахстана и ожидаются значительные валютные поступления от наращивания добычи нефти и газа на шельфе Каспийского моря» [7].

В настоящее время, Казахстан планирует закупать природный газ у России, с целью расширения газификации собственной территории и дальнейших поставок в страны центральной Азии и Китай. При реализации намеченных планов, закуп газа может достигнуть, внушительный объем – более 10 миллиард кубов в год.

В Республике происходит поэтапный перевод крупных электростанций с угля на газ, происходит за счет сокращения экспортных поставок, поскольку дополнительный газ на перспективу, возможно, получить с месторождения «Тенгиз». Для выполнения экспортных обязательств перед Китаем Казахстану, необходимо закупать газ у России. Без закупки газа на внешнем рынке, в ближайшее время – до 2025 г., экспортные поставки газа прекратятся, по причине нехватки голубого топлива на внутреннем рынке.

Алиев Б.Ж. «анализ газосодержащих месторождений республики позволяет разделить все газовые ресурсы Республики с учетом наличных запасов объемов добычи и рентабельности их извлечения на: стратегические запасы; месторождения в стадии сокращающихся объемов добычи; бесперспективные месторождения» [8].

Внутреннее потребление газа в Казахстане ежегодно растет на 7%, к 2030 году планируется газифицировать населенные пункты, в которых проживает около 65% населения, соответственно оставшиеся 35% – будут охвачены после 2030 года, поэтому потребление газа на перспективу в Республике будет только расти. С 2017 по 2021 годы, заметно выросло потребление газа внутри страны с 13,8 до 18,6 млрд. куб., рост составил 4,8 млрд. куб.

В 2021 году в Китай было экспортировано из Казахстана 9,9 млрд. куб. газа, поэтому Китай не без оснований обеспокоен контрактными обязательствами Казахстана – выдержит или нет, тем более, что Президент Республики дал указания в первую очередь насытить внутренний рынок страны [9,10].

В. Бабак отмечает, что «наличие огромных природных ресурсов нефти и газа при относительно малом объеме их внутреннего потребления, а также быстрый рост в последние годы цен на нефть способствовали превращению нефтегазовой отрасли страны в подлинный локомотив развития национальной экономики» [11].

В настоящее время экспортный потенциал порядка 11 млрд. куб., в год, что недостаточно для поэтапно растущей экономики. Перевод городов и сельских населенных с потребления угля и мазута на газ, безусловно, окажет положительное влияние на окружающую среду, одновременно с улучшением экологии населенных пунктов, государство потеряет экспортный товар. По разведанным запасам Казахстан занимает 22 место в мире и 3 место в СНГ.

Ергалиев Г.М. отмечает, что «нефть, природный газ, конденсат в Республике имеют высокие качественные характеристики, что предопределяет большой спрос на них» [12].

Поэтому идея создание «тройственного газового союза», в котором будут участвовать Россия, Казахстан и Узбекистан является выходом из ожидаемой проблемы, связанной с предстоящим дефицитом газа.

Казахстан и Узбекистан, увеличивая промышленные и производственные мощности, не смотря на собственные газовые ресурсы, стали сталкиваться с усилением проблемы нехватки газа, поэтому взаимодействие с Россией является стратегической целью этих государств. Собственные ресурсы, закупка газа у российских компаний, обеспечит насыщение внутренних рынков этих государств, сохраняя экспортный потенциал.

Тасмуханова А.Е отвечает, что «эффективная деятельность нефтегазодобывающих предприятий в условиях рыночной экономики зависит не только от размера капиталовложений, но и в значительной степени от того, насколько достоверно само предприятие предвидит дальнюю и ближнюю перспективу своего развития» [13].

Данный проект нуждается в детальной проработке, всем заинтересованным участникам необходимо реализовать механизм ухода от ограничительных мер объединенной западной коалиции. Если Казахстан и Узбекистан начнут подпадать под непродуманные коалицией ограничительные меры, экономики этих стран, возможно, не смогут противостоять данному давлению, у этих стран нет такого запаса прочности как у России. При таком развитии ситуации, России придется оказывать целенаправленную внушительную экономическую помощь странам Центральной Азии, чтобы сохранить свое геополитическое влияние в мире. Нельзя забывать, что совместная граница России и Казахстана довольно внушительная, протяженность, которой составляет 7 598,8 тыс. км.

Предложение Российской стороны нуждается в детальной проработке, особое внимание необходимо уделить социально-политическим вопросам в странах Центральной Азии, которые попытаются использовать стратегические противники России – при реализации данного проекта.

Особо необходимо учитывать, что все три страны, которые могут быть задействованы в проекте, имеют единую газотранспортную систему, выстроенную в советское время. Поэтому вопросы скоординированного использования системы, с целью насыщения внутренних рынков центрально азиатских государств и экспортных поставок в Китай, очень актуальны и требуют углубленной проработки.

При реализации проекта, в наличии имеются мощности газопровода «Бухара - Урал», который проложен по территории Казахстана (пропускная мощность более 8 млрд. кубов газа в год), а общая газотранспортная система, из России до Туркменистана имеет внушительный потенциал прокачки газа (более 50 млрд. кубов газа в год).

Аллаярова Н.И. отмечает, что «действующая ГТС является наследием союзного прошлого, когда ее назначение сводилось преимущественно к подаче газа из Средней Азии в другие страны СНГ. Она представлена крупными газопроводами, которые являются связующими между газодобывающими районами Средней Азии и потребителями европейской зоны России, Урала и Закавказья» [14].

Предложение Российской стороны своевременно, обосновано и просчитано на перспективу, с учетом роста потребления газа в Республиках Центральной Азии.

Проект при его реализации, имеет реальные возможности по выходу на рынки Пакистана и Индии, которые могут в кратном размере по потреблению газа, заменить рынки стран ЕС. Одновременно в проект, необходимо вовлекать Афганистан и Иран, с целью прокладки новых ниток газотранспортной системы.

Инициатива Российской стороны охватывает интересы всех стран, очевидны преимущества и перспективы, для участников проекта, будет доступен по приемлемой цене российский газ, финансовые отчисления за прокачку газа и рабочие места, что само по себе очень важно.

При организации работ по изучению предложения В.В. Путина, ответственным лицам Казахстана и Узбекистана необходимо понимать, что предложенный проект является историческим шансом использования возможностей, которые предлагает Россия. Одновременно данный инвестиционный проект снимает с Республик, все военные, экономические и геополитические угрозы, так как Россия, Китай будут совместно защищать свои инвестиции, по сути, свое благополучие.

Вопросы, касающиеся ограничительных мер, против стран Центральной Азии, это всего лишь дело времени, западная коалиция, так или иначе, будет устраивать цветные революции на постсоветском пространстве, а при их провале прибегать к испытанному санкционному давлению, поэтому предложение России своевременно и актуально.

Также реализация проекта позволит всем конкурентам Газпрома, стать партнерами, все стороны в настоящее время добывают газ, а Узбекистану и Казахстану газовый союз позволит возместить выпадающие объемы из-за роста внутреннего потребления, и выдержать все свои долгосрочные обязательства, перед третьими странами.

На российском рынке Казахстан закупает нефтепродукты, кокс, минеральное топливо, черные металлы, бытовое и промышленные оборудование, сельскохозяйственную и иную спецтехнику.

Из-за отсутствия современных технологий и ресурсов, Казахстан вынужден приглашать иностранные компании для разработки углеводородных ресурсов, в данной сфере первенство принадлежит американским и европейским компаниям.

Казахстан обладает исключительно выгодным географическим расположением, разведанными полезными ископаемыми, располагается между двумя сверхдержавами Россией и Китаем. Учитывая, что западная коалиция стремится окружить Россию поясом недружественных стран, взаимодействие и стратегическое партнерство и добрососедские отношения обоюдно выгодны – обеим странам. Интеграционные процессы, должны подтверждаться экономическим взаимодействием, предложение Российской стороны необходимо реализовать с учетом национальных интересов всех стран.

Заключение

Рекомендовано, в приоритетном порядке реализовать предложения Российской стороны, по созданию газового союза, который в долгосрочной перспективе послужит стабилизирующим фактором в социально-политическом и экономическом развитии региона. Кроме того, строительство газовых терминалов и трубопроводной системы, послужит созданию высококвалифицированных рабочих мест и подготовке необходимых отрасли

специалистов, обеспечит военную безопасность, регулярные налоговые и иные отчисления в бюджеты государств, участвующих в предлагаемом проекте. Энергетический рынок Китая, Пакистана, Индии позволит Российской Федерации и государствам Центральной Азии диверсифицировать экспортные поставки энергетических ресурсов и увеличить взаимный товарооборот.

Список литературы

1. Постановление Правительства Республики Казахстан от 27 апреля 2001 г. № 566 «О Концепции развития международных транспортных коридоров Республики Казахстан».
2. Егоров О.И., Чигаркина О.А. Региональные проблемы нефтегазового комплекса Казахстана: использование сырьевого потенциала, перспективы межстранового развития // Экспозиция Нефть Газ. – 2015. – № 4 (43). – С. 40-43.
3. Ниязбекова Ш.У. Назаренко О.В. Современное состояние и перспективы развития нефтегазового сектора Республики Казахстан // Вестник Московского университета имени С.Ю. Витте. – 2018. – № 4(27). – С. 7-14.
4. Нурмуханбетова Л.К. Дингазиева Б.Д. Конкурентоспособность экономики Казахстана: реальность и прогнозы развития (на примере нефтегазового комплекса Казахстана) // Экономика и эффективность организации производства. – 2014. – № 21. – С. 23-26.
5. Куликов А.Н., Фен Юкуй, Кадыров Е.А., Турков В.О. Работы по повышению эффективности заводнения на месторождении Каражанбас // Вестник нефтегазовой отрасли Казахстана. – 2021. – № 3(8). – С. 33-42.
6. Смагулова С.М. Организационно-экономические аспекты модернизации нефтегазовой отрасли Республики Казахстан и пути их решения в современных условиях // Вестник Евразийской науки. – 2018. – № 6. – С. 4-12.
7. Карибаев А.А. Перспективы развития нефтегазовой промышленности Казахстана: методологический подход: монография, 2017. – 115 с.
8. Алиев Б.Ж. Перспективы развития газовой отрасли республики Казахстан // Российское предпринимательство. – 2006. – № 1. – С. 110-112.
9. Trend Economy: Узбекистан. [Электронный ресурс]. – URL: <https://trendeconomy.ru/data/h2/Uzbekistan/TOTAL> (дата обращения: 13.03.2022).
10. Торговые партнеры Республики Таджикистан. [Электронный ресурс]. – URL: <https://tajtrade.tj/menu/28?l=ru> (дата обращения: 02.03.2022).
11. Бабак В. Нефтегазовый сектор Казахстана // Центральная Азия и Кавказ. – 2006. – № 4(46). – С. 50-66.
12. Ергалиев Г.М. Проблемы экономической оценки потенциала нефтегазового сектора Республики Казахстан // Вестник университета. – 2012. – № 8. – С. 135-140.
13. Тасмуханова А.Е. Системно-методический подход к оценке рисков при планировании деятельности нефтегазодобывающих предприятий (на примере Республики Казахстан) // ЭНЖ. Нефтегазовое дело. – 2006. – № 2. – С. 4-21.
14. Аллярова Н.И. Особенности отношений государств членов ЕАЭС на общем рынке газа: материалы Международной научно-практической конференции. – Пенза. – 2020. – С. 53-56.

МИРОВЫЕ ТРЕНДЫ В РАЗВИТИИ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ РОССИИ

Давыдов Алексей Михайлович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры физики им. П.Н. Лебедева

ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта»

Аннотация. Представлен анализ современных направлений развития железнодорожного транспорта в их проекции на научно-практическую и проектную деятельность российских ученых и специалистов железнодорожного транспорта.

Выделены три мировых тренда, которые, по мнению автора, вместе формируют будущий облик железнодорожного транспорта: разработка и внедрение технологических новшеств; устойчивое развитие железнодорожного транспорта; интеграция различных видов транспорта и их эффективная связность. В работе дана оценка интенсивности инноваций в перечисленных сегментах и приводятся конкретные примеры их реализации в регионах России.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, мировые тренды, технологические новшества, интеграция видов транспорта, устойчивое развитие.

DEVELOPMENT OF RAILWAYS IN THE RUSSIAN FEDERATION: GLOBAL TRENDS

Davydov Alexey M. – Ph.D. (Engineering), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Physics named after P. N. Lebedev

Russian university of transport (MIIT)

Abstract. The studied modern trends in development of railways are projected onto research, practice and projects activity of Russian researchers and rail experts.

The author highlights three global trends that predetermine the future shape of railways and comprise development and adoption of technology innovation, sustainable railway development, integration of different transport modes and their effective connectivity. The assessment of intensity of innovation activity in those segments is confirmed by examples of implementation in Russian regions.

Keywords: railway transport, world trends, technological innovations, integration of modes of transport, sustainable development.

Анализ стратегий развития мировой транспортной системы, существующих современных и перспективных разработок в России и за рубежом [1-5] позволяет выделить глобальные тренды, которые вместе формируют будущий облик железнодорожного транспорта:

1. Технологические новшества:

1.1 Системы и сети высокоскоростных поездов революционизируют транспорт, предоставляя более быстрые и эффективные варианты перемещения. Эти системы используют передовые технологии, включая аэродинамические конструкции, механизмы наклона и мощные двигатели, чтобы достигать скоростей свыше 250 км/ч.

1.2 Поезда на магнитном подвесе (Maglev) используют мощные магниты для поддержания и движения поезда над рельсами, исключая трение и позволяя достигать еще более высоких скоростей свыше 500 км/ч.

1.3 Интеллектуальные системы железнодорожного транспорта объединяют различные технологии для оптимизации работы железнодорожного транспорта. Включают сенсоры,

коммуникационные сети и аналитику данных, позволяющие осуществлять мониторинг поездов в реальном времени, отслеживать состояние путей и поток пассажиров.

1.4 Автоматизация и робототехника на железнодорожном транспорте. Автоматизированные системы управления поездами повышают операционную безопасность, контролируя движение поездов, предотвращая столкновения и оптимизируя их размещение на пути. Робототехнические системы применяются для таких задач как инспекция путей, техническое обслуживание и ремонт, минимизируя человеческое вмешательство и снижая простои.

1.5 Дополненная реальность (AR) и виртуальная реальность (VR). Технологии AR и VR используются в железнодорожном транспорте для обучения, обслуживания и информирования пассажиров. Приложения с дополненной реальностью предоставляют информацию в режиме реального времени поездному экипажу, помогая при устранении неполадок и ремонте. Симуляции виртуальной реальности предлагают иммерсионные среды для обучения операторов и обслуживающего персонала, обеспечивая лучшую подготовку и снижая ошибки.

2. Устойчивое развитие железнодорожного транспорта:

2.1 Электрификация железнодорожных сетей является ключевым аспектом устойчивого развития железнодорожного транспорта. Интеграция возобновляемых источников энергии, таких как солнечная и ветровая, для питания поездов дополнительно улучшает устойчивость.

2.2 Энергоэффективность и зеленые технологии. Железнодорожный транспорт применяет различные меры для повышения энергоэффективности. Регенеративные тормоза позволяют использовать кинетическую энергию при торможении поездов для питания других поездов или для сети. Также внедряются энергоэффективные технологии, включая светодиодное освещение, энергосберегающие системы отопления и кондиционирования вагонов, а также интеллектуальные управляющие системы энергопотреблением.

2.3 Использование возобновляемых источников энергии. Солнечная и ветровая энергия, гидроэнергетика и биомасса могут быть использованы для генерации чистой электроэнергии, снижая зависимость от ископаемых топлив и сокращая воздействие на окружающую среду.

2.4 Железнодорожный транспорт внедряет различные новшества по охране окружающей среды и биоразнообразия. Это включает использование экологически чистых строительных материалов, минимизацию шума и выбросов вредных веществ, а также защиту природных мест обитания вдоль железнодорожных маршрутов, способствуя сохранению биоразнообразия.

3. Интеграция между различными видами транспорта и их эффективная связность:

3.1 Железнодорожный транспорт все более интегрируется с другими видами транспорта, такими как авиация, автомобильное движение и морской транспорт для создания безупречной мультимодальной связи. Мультимодальные центры и станции обеспечивают эффективный трансфер пассажиров и грузов между различными видами транспорта, снижая перегрузки и повышая общую связность.

3.2 Пересадочные узлы (коннекторы последней мили) обеспечивают транспортировку пассажиров и грузов от железнодорожной станции до их конечного пункта назначения. Это может быть реализовано через различные средства, такие как автобусы, такси, велосипеды или пешеходные маршруты. Развитие интегрированных систем коннекторов улучшает доступность и удобство использования железнодорожного транспорта.

3.3 Интеллектуальные системы бронирования и оплаты улучшают удобство использования железнодорожного транспорта. Электронные билеты, мобильные приложения и системы оплаты безналичными средствами упрощают процесс покупки билетов и предоставляют гибкость пассажирам при использовании различных видов транспорта.

Мировые тренды развития железнодорожного транспорта находят своё отражение в статистике патентных записей и публикационной активности. Это позволяет оценить скорость

генерации новых технических и технологических решений, ключевых направлений диффузии инноваций, а также позволяет прогнозировать перспективные направления исследований и разработок. Соответствующие оценки могут быть получены на основе встроенных инструментов отслеживания и анализа электронной базы данных российских научных публикаций eLIBRARY.RU, а также с использованием контекстного поиска релевантных, патентных документов, открытых глобальных реферативных записей международных патентных баз (Google Patents).

В первой половине таблицы представлены данные патентной активности российских авторов за период январь 2019 – июнь 2023 гг.

Таблица – Патентная и публикационная активность российских авторов по направлениям развития железнодорожного транспорта

Направления развития	Число патентов	Направления развития	Число публикаций
Магнитный подвес	7002	Сети высокоскоростных поездов	1516
Окружающая среда	2582	Пересадочные узлы	491
Автоматизация	2315	Интеллектуальные системы управления	252
Устойчивое развитие	340	Мультимодальные перевозки	179
Пересадочные узлы	292	Магнитный подвес	167
Интеллектуальные системы управления	226	Интеллектуальные системы сервиса	126
Сети высокоскоростных поездов	195	Энергоэффективность	92
Энергоэффективность	122	Автоматизация	81
Возобновляемые источники энергии	52	Технологии AR и VR	61
Технологии AR и VR	46	Возобновляемые источники энергии	38
Интеллектуальные системы сервиса	35	Окружающая среда	15
Мультимодальные перевозки	23	Устойчивое развитие	14

Поиск осуществлялся в сегменте железнодорожного транспорта по следующим ключевым фразам: (Высокоскоростные поезда) AND (Сети железных дорог); (Магнитный подвес) OR (MAGLEV); (Интеллектуальные системы управления) AND (Железнодорожный транспорт); (Автоматизация) AND (Железнодорожный транспорт); (Виртуальная реальность) AND (Железнодорожный транспорт); (Устойчивое развитие) AND (Железнодорожный транспорт); (Энергоэффективность) AND (Железнодорожный транспорт); (Возобновляемые источники энергии) AND (Железнодорожный транспорт); (Окружающая среда) AND (Железнодорожный транспорт); (Мультимодальные перевозки) AND (Железнодорожный транспорт); (Пересадочные узлы) OR (Коннекторы) AND (Железнодорожный транспорт); (Интеллектуальные системы) AND (Сервис) AND (Железнодорожный транспорт).

Во второй половине таблицы представлены данные публикационной активности. Поиск проводился по следующим параметрам: *Области поиска:* в полном тексте публикации;

Типы публикаций: все типы научных публикаций; *Тематика:* 73.29.00 Железнодорожный транспорт; *Параметры поиска:* с учетом морфологии ключевой фразы; *Годы публикаций:* 2018-2022.

Патентная и публикационная активность российских авторов существенно ниже аналогичных показателей для зарубежных стран, таких как КНР, США и др. Из этого не следует, что российские железные дороги отстают в инновационном развитии. Причина состоит в том, что отечественные исследования и разработки в большей мере нацелены на практическую реализацию стратегических целей и задач транспортного комплекса [5], чем на защиту своей интеллектуальной собственности.

Некоторые значимые примеры инновационных разработок и проектов РЖД, отвечающих мировым трендам развития железнодорожного транспорта:

– *высокоскоростные железнодорожной системы:* высокоскоростная железная дорога Москва-Казань-Казахстан-Китай; высокоскоростная железная дорога Москва-Санкт-Петербург; обсуждение и исследование потенциала внедрения системы магнитной подвески в рамках проекта железной дороги Москва-Казань;

– *интеллектуальные транспортные системы для железных дорог:* системы автоматизированного управления движением поездов; системы контроля и диагностики состояния поездов; системы автоматической диспетчеризации; системы информирования пассажиров; системы видеонаблюдения и безопасности;

– *технологии автоматизации и робототехники:* датчики, сети связи и компьютерные алгоритмы для мониторинга и управления движением поездов; автономные поезда, оснащённые датчиками, алгоритмами искусственного интеллекта и системами связи; роботизированные технические средства для осмотра путей; системы автоматизированной оплаты проезда и проверки билетов; автоматизация и передовые алгоритмы для оптимизации маршрутизации поездов, планирования и управления пропускной способностью;

– *технологии дополненной реальности (AR) и виртуальной реальности (VR) в железнодорожном транспорте:* мобильные приложения с функцией AR-путеводителя; VR-симуляторы для обучения; VR-панорамные экскурсии; AR-технологии для обслуживания и ремонта; VR-моделирование железнодорожной инфраструктуры и проектирование;

– *устойчивое развитие железнодорожного транспорта:* эффективные технологии снижения энергопотребления и повышения энергоэффективности, возобновляемые источники энергии, переход на использование электрических и газотурбинных поездов, внедрение программ по сортировке и переработке отходов на станциях и в поездах, сокращения выбросов парниковых газов, применение искусственного интеллекта, возобновляемые источники энергии;

– *интермодальная интеграция в железнодорожном транспорте:* системы интеграции с автомобильным и морским транспортом, использование стандартизированных контейнеров;

– *подключение последней мили в железнодорожном транспорте:* эффективные варианты транспортировки пассажиров и грузов от железнодорожных станций до их конечных пунктов назначения;

– *цифровые решения в железнодорожном транспорте:* мобильные приложения для билетов, бесконтактные методы оплаты, цифровые информационные системы для пассажиров.

Список литературы

1. Махутов Н.А., Лapidус Б.М., Гаденин М.М., Титов Е.Ю. Задачи и перспективы развития научных исследований в рамках сотрудничества между ОАО «РЖД» и Российской академией наук // Железнодорожный транспорт. – 2023. – № 7. – С. 6-11.

2. Филина В.Н. Основные тренды развития мирового транспорта и место в них России // Проблемы прогнозирования. – 2018. – № 3(168). – С. 85-93.

3. Лapidус Б.М. Будущее транспорта. Мировые тренды с проекцией на Россию. – М.: ООО «Издательство Прометей», 2020. – 226 с.
4. Тебекин А.В. Анализ трендов мирового научно-технологического развития в сфере транспортных средств и логистических систем // Журнал технических исследований. – 2023. – Т. 9, № 1. – С. 28-42.
5. РЖД 2050: взгляд за горизонт. – М.: Иннопрактика, 2021. – 118 с.

УДК 338.47:656 (470.1/2)

СЦЕНАРИИ РАЗВИТИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СЕТИ НА ЕВРОПЕЙСКОЙ И ПРИУРАЛЬСКОЙ АРКТИКЕ

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

Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера ФИЦ Коми НЦ УрО РАН

Аннотация. В работе рассмотрены сценарии развития железнодорожной сети Европейской и Приуральской Арктики (ЕиПА). Целью разработки сценариев является определение перспективы (среднесрочной, долгосрочной) реализации проектов строительства новых железнодорожных линий на территории ЕиПА с учетом внешних и внутренних факторов. Показано, что развитие железнодорожной сети ЕиПА связано с реализацией проектов: Северный широтный ход, Северный широтный ход – 2, Баренцкомур, северная часть проекта Белкомур, комплексное развитие Мурманского транспортного узла. Среди рассмотренных в статье сценариев более реализуемым представляется базовый, по которому в среднесрочной перспективе реализуются два проекта (Северный широтный ход и комплексное развитие Мурманского транспортного узла).

Ключевые слова: Европейская и Приуральская Арктика, железнодорожная сеть, сценарии, развитие, факторы.

SCENARIOS FOR THE DEVELOPMENT OF THE RAILWAY NETWORK IN THE EUROPEAN AND CIS-URAL ARCTIC

Malashuk Petr A. – Ph. D. (Eng.), Senior Researcher of the Laboratory of transport problem Institute of social-economic and energy problems in the North of Federal Research Center of Komi Science Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

Abstract. The paper considers scenarios for the development of the railway network European and Cis-Ural Arctic (ECUA). The purpose of developing scenarios is to determine the prospects (medium-term, long-term) implementation of projects for the construction of new railway lines in the territory of the ECUA, taking into account external and internal factors. It is shown that the development of the ECUA railway network is associated with the implementation of the projects: Northern Latitudinal Railway, Northern Latitudinal Railway - 2, Barentskomur, the northern part of the Belkomur project, integrated development of the Murmansk transport hub. Among the scenarios discussed in the article, the base one, according to which two projects are being implemented in the medium term (Northern Latitudinal Railway and the integrated development of the Murmansk transport hub), seems more feasible.

Keywords: European and Cis-Ural Arctic, railway network, scenarios, development, factors.

Основное назначение сценария – определение генеральной цели развития объекта прогнозирования, выявление основных факторов фона и формулирование критериев оценки [1].

В общем случае последовательность сценарного прогнозирования состоит из нескольких этапов [2]. На первом этапе (постановочном) происходит определение конечных целей прогноза, набора участвующих в прогнозировании факторов и показателей, оценка их роли. На втором этапе – анализ сущности изучаемых явлений и факторов (внешних и внутренних), формирование и формализация априорной информации, относящейся к природе исходных статистических данных и случайных остаточных составляющих. На заключительном этапе происходит моделирование, т.е. разработка сценариев (определение тенденций развития, выявление ожидаемых проблем и факторов развития), в том числе состава и формы входящих в них связей, анализ вариантов развития и оценивание неизвестных параметров, учитывая поставленные цели.

Сценарный подход использован в исследованиях, посвященных прогнозированию развития транспортной системы Европейской и Приуральской Арктики [3], а также формированию подходов к Арктической транспортной системе [4,5].

Развитие железнодорожной транспортной сети Европейской и Приуральской Арктики связано с реализацией проектов строительства новых железнодорожных линий, а также реконструкции и технического перевооружения существующих. Целью разработки сценариев является определение перспективы (среднесрочная, долгосрочная) реализации проектов строительства новых железнодорожных линий на территории ЕиПА с учетом различных факторов.

К проектам строительства новых железнодорожных линий на территории ЕиПА относятся: Северный широтный ход (СШХ) (Обская – Салехард – Надым), Северный широтный ход – 2 (СШХ-2) (Бованенково – Сабетта), Баренцкомур (Сосногорск – Индига), северная часть проекта Белкомур (Карпогоры – Вендинга), комплексное развитие Мурманского транспортного узла (МТУ) (Выходной – Лавна).

Характеристики проектов, их преимущества и недостатки, технические параметры приводятся в работах исследователей Коми научного центра [6-8], Карельского научного центра [9], отраслевых изданиях [10,11] и др.

На развитие железнодорожной сети ЕиПА и перспективу реализации проектов влияют как внешние, так и внутренние факторы. К внутренним факторам (географическим, природно-климатическим, технологическим, ресурсным) относятся те, которые необходимо и возможно учитывать при проектировании, строительстве и эксплуатации железнодорожных линий. На внешние факторы (политические, экономические) практически невозможно оказать влияние, а можно только реагировать.

Основываясь на характеристиках проектов строительства новых железнодорожных линий ЕиПА, а также влияющих факторах, рассмотрим два сценария, определяющих их реализацию в средне- и долгосрочной перспективе, базовый и оптимистический.

Средний срок реализации проектов в пять лет выбран с учетом применения современных технологий проектирования и строительства железнодорожных линий в тяжелых условиях, позволяющих завершить строительство за указанный период. Например, строительство Тихоокеанской железной дороги [12] начато в 2022 г., а планируемый срок ввода в эксплуатацию – 2026 г. Она должна соединить Эльгинское месторождение в Якутии и угольный порт «Эльга» в Хабаровском крае, расположенный на расстоянии около 500 км.

В таблице представлены базовый и оптимистический сценарии реализации проектов нового железнодорожного строительства ЕиПА на средне- и долгосрочную перспективу.

По базовому сценарию в среднесрочной перспективе предполагается реализация проектов СШХ и строительство железнодорожной ветки Выходной – Лавна в рамках проекта Комплексного развития Мурманского транспортного узла. Основными факторами для строительства СШХ будут политические (необходимость скорейшей разгрузки Транссиба и БАМа перенаправлением части грузопотока) и ресурсные (имеется проработанная грузовая

база). Проект строительства железнодорожного подхода к порту Лавна находится в стадии реализации и имеет готовность на середину 2023 г. более 55% [13]. Его завершение связано с экономическими (сохранение высоких цен на энергоресурсы в Азиатском регионе) и ресурсными (подтверждение грузовой базы порта предприятиями угольной и химической промышленности) факторами. Реализация остальных проектов находится в долгосрочной (более 5 лет) перспективе.

Оптимистический сценарий реализации железнодорожных проектов ЕиПА предполагает наступление событий, благоприятствующих или вынуждающих к строительству новых железнодорожных линий.

Таблица – Сценарии реализации проектов нового железнодорожного строительства Европейской и Приуральской Арктики

Наименование проекта	Перспектива реализации проекта	
	среднесрочная (до 5 лет)	Долгосрочная (более 5 лет)
	Базовый сценарий	
Северный широтный ход	+	
Северный широтный ход-2		+
Баренцкомур		+
Белкомур (северный участок)		+
Комплексный план развития Мурманского транспортного узла	+	
	Оптимистический сценарий	
Северный широтный ход	+	
Северный широтный ход-2	+	
Баренцкомур	+	
Белкомур (северный участок)		+
Комплексный план развития Мурманского транспортного узла	+	

Знак «+» указывает на реализацию данного проекта.

Если допустить, что на реализацию СШХ и Комплексного развития МТУ окажут влияние факторы, описанные в базовом сценарии, то основным фактором для выполнения проектов Баренцкомур и СШХ-2 будет политический, т.к. новые железнодорожные линии должны обеспечить связь железнодорожной сети России с портами, имеющими выход в Мировой океан. Отнесение осуществления проекта Белкомур (северный участок) на долгосрочный период по данному сценарию обуславливается технологическим фактором, который имеет вес больше политического. Это связано с тем, что Архангельский порт уже имеет железнодорожные подходы, а строительство железнодорожного пути к новому порту (глубоководному району порта Архангельск) не приведет к принципиальному улучшению доступности выхода на трассы Северного морского пути.

Среди рассмотренных сценариев более перспективным представляется базовый сценарий, по которому в среднесрочной перспективе реализуются два проекта. Это обусловлено значимостью проектов не только для рассматриваемого региона, но и для страны в целом, проработанной грузовой базой, относительно небольшой длиной нового строительства.

Работа выполнена по теме НИР «Разработка научных основ анализа функционирования и прогнозирования развития транспортной сети Европейской и Приуральской Арктики» (№ гос. регистрации 121021800127-1).

Список литературы

1. Рабочая книга по прогнозированию / Редкол.: И.В. Бестужев-Лада (отв. ред.). – М.: Мысль, 1982. – 430 с.
2. Белецкая И.Ю. Методика сценарного прогнозирования при принятии решений о стратегии развития региона // Научные ведомости Белгородского государственного университета. – Серия: Экономика. Информатика. – 2011. – № 1(96). – С.5-14.
3. Киселенко А.Н., Сундуков Е.Ю. Сценарный подход в прогнозировании развития транспортной системы Европейской и Приуральской Арктики // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2022: материалы Международной научно-практической конференции. – СПб.: ИПТ РАН. – 2022. – Т. 1. – С. 41-47.
4. Киселенко А.Н., Малащук П.А., Сундуков Е.Ю., Фомина И.В. Сценарии формирования транспортных подходов к Арктической транспортной системе // Актуальные проблемы, направления и механизмы развития производительных сил Севера – 2020: материалы Седьмой научно-практической конференции с международным участием – Сыктывкар: ООО «Коми республиканская типография». – 2020. – Ч. II. – С. 52-60.
5. Киселенко А.Н., Сундуков Е.Ю. Оптимистический и пессимистический сценарии формирования транспортных подходов к Арктической транспортной системе на основе достижения целевых показателей // Мир транспорта. – 2020. – Т.18, № 6(91). – С. 46-62.
6. Киселенко А.Н. Варианты усиления железно- и автодорожных связей Республики Коми с соседними регионами // Север: арктический вектор социально-экологических исследований / Отв. ред. В.Н. Лаженцев. – 2008. – С. 161-169.
7. Киселенко А.Н. О развитии транспортной системы Европейского Севера России // Региональная экономика: теория и практика. – 2014. – № 11(38). – С. 2-11.
8. Киселенко А.Н., Малащук П.А. Анализ и развитие наземной сети путей сообщения Европейской и Приуральской Арктики // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2015: материалы Юбилейной международной научно-практической конференции. – СПб.: ИПТ РАН. – 2015. – Т.1. – С. 32-36.
9. Серова В.А. Транспортная инфраструктура российской Арктики: специфика функционирования и перспективы развития // Проблемы прогнозирования. – 2021. – № 2(185). – С. 142-151.
10. Метелкин П.В., Мурашов В.А. Влияние проекта «Северный широтных ход» на перспективы развития железнодорожного полигона Кузбасс – Северо-Запад // Вестник университета. – 2015. – №3. – С. 60-63.
11. Федоров Ю.Н., Фейло М.Б., Чурилин А.Ю. Создание железнодорожного Северного широтного хода // Транспорт Российской Федерации. – 2017. – № 4 (71). – С. 40-44.
12. Ж/д ветку с Эльгинского месторождения могут достроить в 2025 году – начале 2026 года. [Электронный ресурс]. – URL: <https://tass.ru/ekonomika/16983921> (дата обращения 20.11.2023).
13. ФКУ «Ространсmodernизация» / Железнодорожный мост через реку Тулома готов на 82%. [Электронный ресурс]. – URL: <https://ppp-transport.ru/o-retu/novosti-po-proektam/kompleksnoe-razvitie-murmanskogo-transportnogo-uzla/zheleznodorozhnyy-most-cherez-reku-tuloma-gotov-na/> (дата обращения 20.11.2023).

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМЫ ПЕРЕВОЗОК ПАССАЖИРОВ ТРАНСПОРТОМ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

Королев Андрей Валерьевич – кандидат экономических наук, доцент, старший научный сотрудник отдела экономических исследований транспортной деятельности Белорусский научно-исследовательский институт транспорта «Транстехника»

Аннотация. В статье рассмотрена система перевозок пассажиров транспортом общего пользования, приведены условия финансирования, определяющие экономическую устойчивость транспортных предприятий, изложены концептуальные основы построения алгоритма расчета и оплаты транспортной работы и механизм мониторинга и оценки результатов его внедрения.

Ключевые слова: пассажирский транспорт, безубыточность, транспортная работа, перевозки, оплата, субсидии.

ENSURING ECONOMIC SUSTAINABILITY OF THE PASSENGER TRANSPORTATION SYSTEM BY PUBLIC TRANSPORT

Korolev Andrey V. – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Senior Researcher at the Department of Economic Research of Transport Activities Belarusian Research Institute of Transport «Transtehnika»

Abstract. The article examines the system of transporting passengers by public transport, provides the financing conditions that determine the economic sustainability of transport enterprises, outlines the conceptual basis for constructing an algorithm for calculating and paying for transport work and a mechanism for monitoring and evaluating the results of its implementation.

Keywords: passenger transport, break-even, transport work, transportation, payment, subsidies.

В Республике Беларусь более половины перевозок пассажиров осуществляется транспортом общего пользования [1]. Существующая система перевозок пассажиров транспортом общего пользования объединяет заказчиков и операторов перевозок, транспортные предприятия и направлена на удовлетворение потребностей населения в качественных, безопасных и доступных услугах. Ключевым звеном системы выступают транспортные предприятия. Деятельность транспортных предприятий по организации и выполнению перевозок пассажиров осуществляется в условиях регулирования заказчиками перевозок тарифов на проезд [2]. Применяемый уровень тарифов не в полной мере обеспечивает окупаемость затрат транспортных предприятий доходами от реализации проездных документов, что ведет к возникновению необходимости дополнительного финансирования перевозок за счет бюджетных средств.

Необходимость оптимизации бюджетного финансирования и социальная значимость перевозок повышают актуальность обеспечения экономической устойчивости транспортных предприятий, в том числе за счет совершенствования алгоритма расчета и оплаты транспортной работы и приведения в соответствие затрат перевозчика плановым объемам заказанной транспортной работы [3]. Такой подход может быть основан на оптимизации подходов к планированию заказа транспортной работы и потребности в финансовых средствах на ее оплату, применении современных методов учета и контроля перевозок пассажиров, совершенствовании систем учета выполненной автомобильным перевозчиком транспортной работы и применение эффективных методов ее оплаты, формирование систем мониторинга и оценки эффективности перевозок пассажиров.

Построение алгоритма расчета и оплаты транспортной работы может осуществляться на следующих концептуальных основах. Для единообразия понимания заложенных в предлагаемый алгоритм экономических принципов потребуется введение новых терминов и их определений, таких как транспортная работа, базовая стоимость единицы транспортной работы и базовая стоимость перевозки одного пассажира. Под транспортной работой следует понимать комплекс организационных действий и технологических операций по автомобильной перевозке пассажиров транспортом общего пользования, выполняемых перевозчиком в соответствии с договором об организации перевозок пассажиров в регулярном сообщении. Базовая стоимость единицы транспортной работы должна рассматриваться как совокупность плановых затрат и накоплений перевозчика на выполнение единицы транспортной работы. За единицу транспортной работы может быть принят, например, 1 место-км. Базовая стоимость перевозки одного пассажира может определяться как совокупность плановых затрат и накоплений перевозчика на перевозку одного пассажира.

Планирование объема транспортной работы по выполнению перевозок пассажиров с оформлением плана-заказа транспортной работы должен осуществлять оператор перевозок. План-заказ в соответствии с транспортным законодательством должен утверждаться заказчиком и доводиться оператором для исполнения перевозчику. У оператора должна быть возможность внесения предложений заказчику по изменению в план-заказе в случае возникновения непредвиденных обстоятельств, связанных с изменением дорожно-транспортной обстановки (нарушение дорожного покрытия, выполнение аварийных работ на сетях города, дорожно-транспортные происшествия и др.), проведением внеплановых культурно-массовых, спортивных и иных мероприятий, изменением объемов транспортной работы на отдельных маршрутах.

Потребность в объеме финансирования транспортной работы следует определять исходя из планового объема транспортной работы, предусмотренного планом-заказом, и базовой стоимости единицы транспортной работы, утверждаемой заказчиком. При снижении заказчиком запланированных объемов транспортной работы, а также при превышении фактических затрат перевозчика на выполнение транспортной работы над плановыми затратами в связи с ростом цен на автомобильное топливо, запасные части, заработную плату работников и др. заказчиком должна производиться индексация базовой стоимости единицы транспортной работы. Аналогичный подход можно использовать и для индексации базовой стоимости перевозки одного пассажира.

Потребность в объеме финансирования транспортной работы должна полностью покрываться за счет реализации проездных документов и субсидирования из бюджета. Планирование объемов финансирования транспортной работы следует осуществлять путем расчета плановой выручки от реализации проездных документов и определения потребности в субсидиях из бюджета. Такое планирование может выполнять оператор совместно с перевозчиком. Плановый объем финансирования транспортной работы должен утверждаться заказчиком. Расчет потребности в субсидиях должен производиться отдельно на перевозку пассажиров по установленному тарифу на проезд и пассажиров, имеющих право на льготы по оплате проезда либо бесплатный проезд.

Учет перевозок как платных, так и льготных пассажиров должен производиться с использованием автоматизированной системы оплаты и контроля оплаты проезда, что должно обеспечить корректность планирования транспортной работы и ее оплаты. Для обеспечения учета в такой системе фактических перевозок льготных пассажиров может предусматриваться введение проездного документа «льготный».

Выполнение перевозчиком транспортной работы должно контролироваться оператором. С этой целью перевозчик обязан предоставлять отчет оператору о результатах выполнения транспортной работы, включая сведения об объемах выполненной транспортной работы, количестве перевезенных пассажиров, в том числе льготных, полученной выручке от реализации проездных документов. На основании данных о фактически выполненной

перевозчиком транспортной работе оператору совместно с перевозчиком следует производить расчет потребности в ее финансировании для последующей оплаты заказчиком.

Внедрение предлагаемого алгоритма расчета и оплаты транспортной работы в практику возможно производить в несколько этапов: формирование нормативной правовой базы, организация транспортной работы, выполнение и оплата транспортной работы, оценка результатов применения алгоритма.

Оценка результатов применения алгоритма расчета и оплаты транспортной работы должна базироваться на принципах сопоставления полезных результатов с альтернативными схемами организации перевозок пассажиров, моделирования информационных и финансовых потоков между субъектами системы перевозок, соизмеримости результатов и затрат на организацию и выполнение перевозок за определенный период, определения интегральных результатов, учета неопределенности и рисков.

Система оценки применения алгоритма должна включать мониторинг и оценку его результатов. Мониторинг предполагает систематический сбор и анализ информации о значениях индикаторов. Это позволит получать оперативные сведения о ходе реализации алгоритма и оценки его результатов на этапах организации транспортной работы, ее выполнения и оплаты. В качестве индикаторов стоит рассматривать параметры, связанные с организацией, выполнением и финансированием перевозок пассажиров транспортом общего пользования. Оценка результатов включает промежуточную и итоговую оценку. По итогам этапов внедрения осуществляется промежуточная оценка результатов, по завершении – итоговая оценка.

Для оценки результатов применения алгоритма целесообразно использовать набор параметров (характеристик), определяемых на основе индикаторов, и отражающих итоги оптимизации планирования объема транспортной работы и ее финансирования с учетом потребности населения в транспортных услугах, организации учета перевезенных пассажиров, имеющих право на бесплатный проезд, рост полноты оплаты за проезд и рост выручки от реализации проездных документов, результаты оптимизации затрат перевозчика и оплату перевозчику за выполненную транспортную работу.

Результатом работы по внедрению алгоритма расчета и оплаты транспортной работы должно стать совершенствование финансирования транспортной работы с учетом реальной потребности в перевозках, обеспечение полного учета и контроля перевозок пассажиров, что станет основой для оптимизации бюджетного финансирования социально значимых перевозок пассажиров.

Список литературы

1. Транспорт в Республике Беларусь. 2022. Стат. буклет. / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь. – Минск. 2022. [Электронный ресурс]. – URL: http://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/transport/ofitsialnye-publikatsii_11/index_52719/ (дата обращения 25.10.2023).
2. О некоторых вопросах регулирования цен (тарифов) в Республике Беларусь. Указ Президента Республики Беларусь, 25 февраля 2011 г. № 72: в ред. Указа Президента Респ. Беларусь от 25.05.2022 г. // КонсультантПлюс. Беларусь / ООО «ЮрСпектр», Нац центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023 (дата обращения 25.10.2023).
3. Государственная программа «Транспортный комплекс» на 2021–2025 годы: утв. постановлением Совета Министров Респ. Беларусь. 23 март. 2021 г. № 165 // КонсультантПлюс. Беларусь / ООО «ЮрСпектр», Нац центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023 (дата обращения 25.10.2023).

ТРАСФОРМАЦИЯ ГОРОДА СОЗВЕЗДИЯ В ГОРОД АРХИПЕЛАГ

Бобрик Петр Петрович – кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории проблем организации транспортных систем
ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук

Аннотация. Статья посвящена вопросам пространственной структуры супермегаполисов. За основу выбран подход транспортно-ориентированного планирования. Предполагаются зеленые зоны вокруг каждой станции. Их площадь и место утверждаются на административном уровне. Требования к качеству парков обуславливают их непрерывность. Город, в котором городская застройка окружена лесом, предлагается назвать архипелаговым.

Ключевые слова: транспортно-ориентированное планирование, фрагментация города, непрерывный лес, город архипелаг.

TRANSFORMATION OF THE CONSTELLATION CITY INTO AN ARCHIPELAGO CITY

*Bobrik Petr P. – Ph.D., Leading Researcher of Laboratory of the organization of transport systems
Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences*

Abstract. The article is devoted to the spatial structure of megacities. The approach of transport-oriented planning is chosen as the basis. Green zones are supposed to be around each station. Their area and location are approved at the administrative level. The quality requirements of the parks determine their continuity. A city, in which urban development is surrounded by forest, is proposed to be called an archipelago.

Keywords: transport-oriented development, city fragmentation, continuous forest, archipelago city.

Бурный рост урбанизации в 20 веке привел к качественным изменениям в структуре городов. Появились супермегаполисы с населением в десятки миллионов человек. Прежний город с одним центром перестал удовлетворять потребностям людей ввиду все более возрастающих его размеров соответственно все более возрастающих временных расходов населения на маятниковые перемещения [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

Одной из черт современных мегаполисов является их все более обостряющаяся конкуренция между собой за людей и деловую активность. Возросшая подвижность населения, а также массовый рынок аренды жилья вместо собственных домов и квартир позволяют людям несколько раз за жизнь поменять свое место обитания. Большое число опросов и маркетинговых исследований показывают, что при выборе города для проживания в списке топовых традиционно находятся вопросы экологии. И прежде всего число и площадь парков. Причем желательно в шаговой доступности.

Эти тенденции требуют соответствующего оформления на уровне урбанистических концепций современных мегаполисов.

Транзитно-ориентированное проектирование

Среди множества концепций градостроительства для целей данного исследования следует выделить транзитно-ориентированное проектирование (Transit-oriented development (TOD)). Оно было наиболее популярно, начиная со второй мировой войны и ориентировочно до середины 80 годов. В настоящее время оно также является одной из наиболее распространенных и востребованных урбанистических теорий.

В основе этого подхода лежит стремление сократить время транспортных перемещений путем размещения как можно больше жилых коммерческих и иных объектов вокруг транспортных узлов или станций. Другим словами, в рамках данного направления особое внимание уделяется сокращению времени на последнюю милю в маршрутах. Это делает территорию более востребованной также и для транзитных пассажиров, а не только для местных жителей.

Одной из особенностей данного подхода является принцип опоры на общественный транспорт и пешую доступность. Под ней сейчас часто понимается 15 минутный интервал времени до основных мест посещения [2]. Что приводит к характерным зонам притяжения около 400-800 метров радиуса вокруг основной станции. Характерное расстояние между станциями при таком подходе около километра (полтора километра) [3].

Некоммерческий институт политики транспорта и развития США (ITDP) в 2013 году сформулировал набор стандартов для транспортно-ориентированной застройки, которые включали восемь пунктов [4]. Среди них можно выделить ходьбу, уплотнение улиц и зданий, развитие велосипедных перемещений, тяготение застройки к станциям, доминирование общественного транспорта.

Хотя эти нечеткие правила не являются обязательными для девелоперов и скорее являются рекомендацией или примером хорошего урбанистического решения (Best world practice), концепция TOD де-факто является одним из стандартов современной городской застройки, к выполнению которой надо стремиться, а точнее, стремиться к наиболее полному из возможных исполнений ее принципов, в той или иной степени.

Транзитный мегаполис

В рамках подхода TOD естественным образом стал развиваться такой феномен как транзитный мегаполис.

В результате стягивания деловой и индивидуальной активностей к транспортным станциям общая задача построения города как бы расщепляется на отдельные фрагменты, где замыслы и архитекторов, и планировщиков в одной части города никак не мешают и даже не взаимодействуют с событиями в других. Тем самым исходная задача значительно упрощается путем декомпозиции. Начинают появляться люди, которые могут месяцами не покидать свою зону вокруг станции, поскольку в ней есть все необходимые для них сервисы [5]. Город все больше фрагментируется и даже распадается на отдельные части по отдельным функционалам.

Транспортные маршруты и дороги являются линейными объектами. Соответственно, станции также должны располагаться на линиях. Это означает, что наиболее интенсивное взаимодействие будет происходить между соседними станциями и станциями одной линии в целом. Таким образом рост города естественно начинает происходить вдоль дорог, что во многом определяет пространственное развитие всей территории. А сам город становится созвездием TOD, или по-другому транзитным мегаполисом [6]. При этом в самой концепции TOD ничего не говорится, откуда взялась станция или транспортный узел, к которой должна стремиться городская застройка, какова его роль в общей сети дорог, насколько велики проходящие через него потоки.

Одними из первых городов, которые приняли за стратегию своего развития концепцию транзитного мегаполиса, были скандинавские Стокгольм, Копенгаген и бразильская Куритиба. В настоящее время актуальность данной концепции обуславливается ее влиянием на развитие супермегаполисов Пекина и Шанхая.

Фрагментация экологических требований

Полицентричность в транзитных мегаполисах усиливается вплоть до обособления отдельных территорий, до выделения отдельных поселений в общем пространстве мегаполиса. А это значит, что начинают возрождаться те проблемы, которые были характерны для городов миллионников конца 19 века. Прежде всего это касается их неограниченного и стихийного разрастания и всего, что из этого следует.

Одной из главных проблем протяженных городов является ухудшение экологии [7]. В 19 веке они особенно обострились из-за возникновения перманентных эпидемий, прежде всего легочных и желудочно-кишечных заболеваний. Развитие медицины, строительство канализаций, коммунальные службы по вывозу мусора, а также массовое внедрение санитарных требований по размеру жилья во многом купировали эту проблему [8]. Однако решить ее до конца по-прежнему не удастся. И вряд ли в принципе возможно окончательное хорошее решение до тех пор, пока люди будут жить скученно.

Прежнее лекарство от этого в виде деления на сам город и его лесные легкие на периферии за несколько километров перестало работать в его центре ввиду увеличения размеров урбанизированной территории. При этом требования к значительным площадям парков и открытым пространствам внутри населенных пунктов вступает в противоречие с интересами застройщиков и высокой стоимостью земли. В этой ситуации неизбежным видится компенсирующее увеличение очистных функций города также на единицу площади и их все большее проникновение в сам город.

Требование полицентричности для крупных мегаполисов неявно подразумевает, что также полицентрично должны располагаться и места рекреации и отдыха. Причем не на окраинах, а в шаговой доступности. Другими словами, парки становятся теми объектами, которые включаются в список необходимых для проживания вокруг станции. Это следует как из требования минимизации транспортных перемещений до таких объектов, так и требования создания комфортной экологической среды. Другими словами, внешние легкие городов прошлого века должны перемещаться внутрь самого города, то-есть «интернализацию экстерналий» [9]. А обеспечение комфортной среды каждого района становится насущным, сознательным и постоянным делом уже не столько города, а скорее самого района. При этом он не должен полагаться исключительно на бесплатные особенности данной местности.

Непрерывность зеленых зон

Зеленые массивы крайне желательно делать как можно более большими, что прежде всего следует из требований к их здоровью. Это благотворно сказывается на состоянии деревьев и общей микробиоте почв. В больших массивах лучше сохраняется микроклимат, удерживается влага, поддерживается более стабильный температурный режим, что очень полезно как для самих растений, так и для жителей городов.

Добиться больших связанных участков зеленых насаждений можно путем их соединения везде, насколько это возможно. Это также позволит организовывать длительные пешие или велосипедные маршруты для горожан и создать некоторое подобие города в лесу. Соединять отдельные участки парков наиболее удобно посередине от узлов, где минимальная транспортная активность. Соединять можно путем строительства мостов над лесом или туннелей под ним, либо посредством экодуков. Пример одного такого непрерывного зеленого массива приведен на рисунке. Прерывистой черной линией показаны места соединений зеленых насаждений.

При таком расположении сама застройка зданиями и сооружениями теряет связность. Отдельные жилые и деловые районы становятся окруженными лесом, как отдельные острова, наподобие архипелага в море. По определению будем говорить, что набор таких островов будет образовывать мегаполис архипелагового вида. Он будет состоять из отдельных явно выраженных участков.

Для достижения непрерывности зеленых зон придется принимать ряд трудных решений, вплоть до сноса некоторых зданий уже существующей застройки [10]. В частности, требуется на законодательном уровне закрепить должную плотность парков и их место. Сообщение между ячейками должно обеспечиваться либо подземными линиями метро, либо автомобильными, либо лесными дорожками.

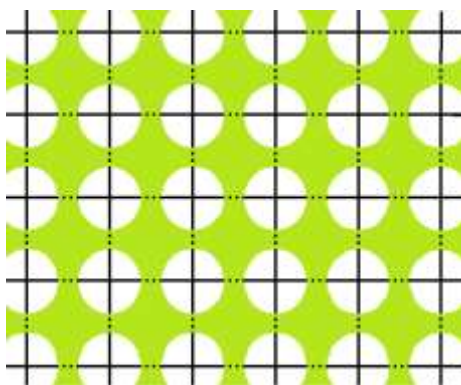


Рисунок – Целевая структура мегаполиса архипелагового типа

В таком виде город легко масштабируется, поскольку в нем не нарастают экологические проблемы. Он может расти до очень большого размера с численностью населения до сотни миллионов человек, образуя уже урбанизированные территории. Тем самым архипелаговая структура может быть рекомендована для современных супермегаполисов в сотни миллионов человек.

Заключение

1. Вокруг транспортных станций в соответствии с принципами TOD должны концентрироваться жилые и деловые здания.
2. Транзитный в смысле TOD город подвержен значительной фрагментации, вплоть до обособления многих функций города в локальной зоне станции.
3. Для решения экологических проблем зеленые массивы должны присутствовать в каждой зоне вокруг станции. Цели показатели по их площади и местоположению должны определяться административно, достижение и поддержание которых должно неукоснительно соблюдаться на законодательном уровне.
4. Наилучшим решением является непрерывность зеленых зон. Они должны соединяться между собой посредством экодуков над дорогами в непрерывный лес.
5. Тип городов, в которых городская застройка будет окружена лесом, предлагается называть архипелаговым.

Список литературы

1. Agassiant A.A, Strelnikov A.I. Rational Development of urban transportation systems, with due consideration given to environmental protection. – М.: Мир, 1989. – 97 с.
2. Moreno C. Droit de cité, de la ville-monde à la ville du quart d'heure. – De l'Observatoire, 2020. – 179 p.
3. Бобрик П.П. Характеристические размеры центральных мест // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2014: материалы Международной научно-практической конференции. – СПб.: ИПТ РАН. – 2014. – С.241-245.
4. Топ стандарт. Институт политики транспорта и развития. 2014. [Электронный ресурс]. – URL: https://itdpdotorg.wordpress.com/wp-content/uploads/2014/03/TOD_RUS.pdf (дата обращения 12.09.2023).
5. Бобрик П.П. Обоснование гравитационной модели транспортных корреспонденций при помощи закона убывающей предельной полезности // Труды МФТИ. – 2010, – Т.2, №4(8). – С. 31-34.
6. Servero R. Транзитный мегаполис: глобальное исследование. – Washington: Island Press, 1998. – 312 p.
7. Глазычев В.Л. Урбанистика. – М.: Европа, 2008. – 220 с.
8. Доенин В.В., Бобрик П.П. Дифференциальная модель загрязнения приземного слоя атмосферы источниками различной природы на транспорте // Транспорт: Наука, техника, управление. – 1997. – №1. – С.44-50.

9. Волошинская А.А. Эволюция зарубежных концепций городского развития: анализ основных тенденций // Государственное управление. – 2017. – № 63. – С. 99-115.
10. Тархов С.А. Эволюционная морфология транспортных сетей. – Смоленск-Москва: Универсум, 2005. – 384 с.

УДК 338.47:656 (470.1/.2+571.121)

СЦЕНАРИИ РАЗВИТИЯ ТРУБОПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА ЕВРОПЕЙСКОЙ И ПРИУРАЛЬСКОЙ АРКТИКИ

Фомина Ирина Валерьевна – научный сотрудник лаборатории проблем транспорта
Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера ФИЦ Коми НЦ
УрО РАН

Аннотация. В работе рассмотрены сценарии развития трубопроводного транспорта (газо- и нефтепроводного) Европейской и Приуральской Арктики на краткосрочный и среднесрочный период. Приведены основные проекты строительства магистральных газопроводов «Волхов – Мурманск», «Сила Сибири-2», «Харасавэй – Бованенково».

Ключевые слова: магистральные нефтепроводы, магистральные газопроводы, Ямал, Мурманская область, перспективные проекты.

SCENARIOS FOR THE DEVELOPMENT OF TRANSPORT OF PIPELINE TRANSPORT NETWORK ON THE EUROPEAN AND CIS-URALS ARCTIC

*Fomina Irina V. – Researcher of the Laboratory of transport problem
Institute of social-economic and energy problems in the North of Federal Research Center of
Komi Science Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences*

Abstract. The article discusses scenarios for the development of pipeline transport (gas and oil pipeline) of the European and Cis-Urals Arctic for the short and medium term. The main projects for the construction of trunk gas pipelines «Volkhov – Murmansk», «Power of Siberia-2», «Kharasavey – Bovanenkovo» are given.

Keyword: trunk oil pipelines, trunk gas pipelines, Yamal, Murmansk Oblast, perspective projects.

Перспективы развития трубопроводного транспорта на Европейской и Приуральской Арктике (ЕиПА) связаны с реализацией проектов строительства магистральных газопроводов: «Волхов – Мурманск», «Сила Сибири-2», «Харасавэй – Бованенково» и активизация работ по газификации Мурманской области и Республике Карелия.

Существующая системы магистральных газопроводов «Бованенково – Ухта» и «Бованенково – Ухта – 2», имеющая продолжение [1] в виде магистральных газопроводов «Ухта – Торжок» и «Ухта – Торжок 2», предназначена для перекачки газа в Единую систему газоснабжения России и до недавнего времени (2022 г.) отправлялась на экспорт в Европу через газопровод «Северный поток-1» [2]. Восстановление экспорта газа в страны Европу через газопроводы «Северный поток-1» и «Северный поток-2» в ближнесрочной перспективе не ожидается, что связано с неблагоприятной внешнеполитической ситуацией и необходимостью ремонта обоих газопроводов. В этой связи актуальными стали проекты по газификации регионов Северо-Запада РФ (Мурманской области и Республики Карелия).

В настоящее время рассматривается проект строительства газопровода «Волхов – Мурманск». Первоначально существовал проект ПАО «Газпрома» строительства газопровода

«Мурманск – Волхов» [3], он рассматривался как часть проекта по освоению Штокмановского газоконденсатного месторождения (ГКМ). Теперь ПАО «НОВАТЭК» планирует построить [4] магистральный газопровод «Волхов – Мурманск» длиной 1,3 тыс. км и мощностью 40 млрд м³. Часть мощностей газопровода будет предназначена для газоснабжения Мурманской области и Республики Карелия, другая – будет обеспечивать деятельность завода по производству сжиженного природного газа (СПГ) – проект «Мурманский СПГ», строительство которого запланировано к 2027 – 2029 гг. [4].

Снижение экспорта в Европу в результате отказа части европейских стран от покупок российского газа и диверсия на газопроводах «Северный поток-1» и «Северный поток-2» скорректирует долгосрочные планы [5] по строительству магистральных газопроводов «Бованенково – Ухта – 3», «Ухта – Торжок – 3», а также расширения мощности [6] действующей системы магистральных газопроводов «Бованенково – Ухта».

Ямальские месторождения ПАО «Газпром» рассматривает как перспективный региона для газодобычи (за счет освоения Харасавэйского месторождения) и увеличения поставок газа в Китай (проект строительства магистрального газопровода «Сила Сибири-2»).

В рамках освоения Харасавэйского месторождения (запасы которого оцениваются в 2 трлн м³), названного ПАО «Газпром» вторым [7] опорным месторождением Ямальского центра газодобычи, для перекачки газа с месторождения планируется построить газопровод «Харасавэй – Бованенково» (длиной 105 км) до Бованенковского месторождения, чтобы затем газ поступал [8] в Единую систему газоснабжения России (через газопроводы «Бованенково – Ухта 1 и 2» и «Ухта – Торжок 1 и 2»).

Трасса газопровода «Сила Сибири-2» будет проходить по нескольким сибирским регионам, территории Монголии с выходом на КНР (мощностью до 50 млрд м³) [9]. В перспективе возможно строительство ответвления для соединения с действующим газопроводом «Сила Сибири». Газопровод имеет не только экспортную составляющую, он позволит соединить газотранспортные мощности регионов Восточной Сибири с Европейской части страны. Источники газа под этот проект – это месторождения п-ва Ямал и Нового Уренгоя.

Таким образом для газопроводного транспорта наиболее осуществимый на краткосрочную перспективу является сценарий переориентации потоков газа на внутренний рынок и строительство экспортных трубопроводов в азиатском направлении. Это будет реализовано за счет разработки и обустройства ямальских месторождений ПАО «Газпром», строительства новых газопроводов для газификации Мурманской области и Республики Карелия, строительства экспортного газопровода «Сила Сибири -2».

В деятельности нефтепроводного транспорта строительство новых нефтепроводов в краткосрочной и среднесрочной перспективе не предусматривается. Существующая система магистральных нефтепроводов «Уса – Ухта» направлена на вывоз сернистой нефти с месторождений Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции за пределы ЕиПА. Переработка нефти осуществляется за пределами рассматриваемого региона. Другим способом вывоза нефти с месторождений провинции является ее отгрузка через порт Варандей.

Работа выполнена по теме НИР «Разработка научных основ анализа функционирования и прогнозирования развития транспортной сети Европейской и Приуральской Арктики» (№ гос. регистрации 121021800127-1).

Список литературы

1. Фомина И.В. Основные трубопроводные магистрали на Европейском и Приуральском Севере России // Проблемы развития транспортной инфраструктуры северных территорий: материалы 3-й Всероссийской научно-практической конференции. – Котлас: Котласский филиал ГУМРФ им. адм. С.О. Макарова. – 2020. – С. 82-86.

2. Фомина И.В. Трубопроводный транспорт Европейского и Приуральского Севера России // Актуальные проблемы, направления и механизмы развития производительных сил Севера – 2018: материалы Шестой Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием). – Сыктывкар: ООО «Коми республиканская типография». – 2018. – Ч. 2. – С. 270-276.
3. Транспорт Европейской и Приуральского Севера России /А.Н. Киселенко и др. – Сыктывкар: ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, 2019. – 267 с.
4. Дятел Т. Трубодостижимый компромисс / Коммерсантъ. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.kommersant.ru/doc/6267915?from=glavnoe_3 (дата обращения 10.10.2023).
5. Об утверждении схемы территориального планирования Российской Федерации в области федерального транспорта (в части трубопроводного транспорта): Распоряжение Правительства РФ от 06.05.2015 №816-р (ред. от 27.05.2023) // Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (дата обращения 10.10.2023).
6. Фомина И.В. Магистральный трубопроводный транспорт на Севере России // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2018: материалы Международной научно-практической конференции. – СПб: ИПТ РАН. – 2018. – Т. 1. – С. 79-81.
7. Синергия успеха. Годовой отчет ПАО «Газпром» за 2021 год. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.gazprom.ru/f/posts/57/982072/gazprom-annual-report-2021-ru.pdf> (дата обращения 23.10.2023).
8. Харасавэйское месторождение / ПАО «Газпром». [Электронный ресурс]. – URL:<https://www.gazprom.ru/projects/kharasaveyskoye/> (дата обращения 23.10.2023).
9. Новак А. Энергетическая политика России: разворот на Восток // Энергетическая политика. – 2023. – №6 (184). – С.14–19.

УДК 625.41; 656.025

ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ЮСТ КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОПЛОТНОЙ ЗАСТРОЙКИ РАЗВИВАЮЩИХСЯ ГОРОДОВ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА МУРИНО ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Власовец Екатерина Николаевна – начальник отдела аналитики

ЗАО «Струнные технологии»

Юницкий Анатолий Эдуардович – доктор философии транспорта, председатель совета директоров и генеральный конструктор

ЗАО «Струнные технологии»; ООО «Астроинженерные технологии»

Кулик Ольга Владимировна – ведущий аналитик отдела аналитики

ЗАО «Струнные технологии»

Аннотация. В работе уделено внимание проблеме транспортной коммуникации города Мурино, который является наиболее густонаселённым регионом Ленинградской области. Для решения проблем предлагается использовать транспортно-инфраструктурный комплекс ЮСТ. Обоснованы решения, позволяющие оптимизировать строительство и эксплуатацию предлагаемого транспорта «второго уровня».

Ключевые слова: транспорт, струнный транспорт, транспортно-инфраструктурный комплекс, энергоэффективность, экологичность, безопасность, экономическая эффективность.

APPLICATION OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES uST AS A FACTOR OF TRANSPORTATION DEVELOPMENT IN CONDITIONS OF HIGH-DENSE DEVELOPMENT OF DEVELOPING CITIES ON THE EXAMPLE OF THE CITY OF MURINO, LENINGRAD REGION

Vlasovets Ekaterina N. – head of the analytics department

Unitsky String Technologies Inc.;

Unitsky Anatoly E. – Ph.D., Chairman of the Board of Directors and General Designer

Unitsky String Technologies Inc.; Astroengineering Technologies LLC

Kulik Olga V. – leading analyst of the analytics department

Unitsky String Technologies Inc

Abstract. The work pays attention to the problem of transport communication in the city of Murino, which is the most densely populated region of the Leningrad region. To solve problems, it is proposed to use the transport and infrastructure complex uST. Solutions are substantiated to optimize the construction and operation of the proposed “second-level” transport.

Keywords: transport, string transport, transport and infrastructure complex, energy efficiency, environmental friendliness, safety, economic efficiency.

Наряду с формированием крупнейших городских агломераций своё развитие претерпевают и города-спутники крупных центров экономического роста, численность населения которых устойчиво возрастает. Примером такого развития на территории Ленинградской области является город-спутник Мурино (далее – Мурино, город) – один из самых быстрорастущих населённых пунктов в России, активная застройка территории которого началась в конце 2000-х годов [1].

Застройка жилых комплексов на территории Мурино изначально велась на бывших совхозных полях и не попадала под строгие городские нормативы, что привело к формированию высокой плотности застройки, превышающей нормативы в более чем 2,5 раз. В связи с этим в 2022 году Мурино получил статус самого густонаселённого города Ленинградской области [2]. Так за последнее десятилетие по данным официальной статистики [3] численность населения выросла более чем в десять раз и по состоянию на 2023 год составляла порядка 105 тысяч человек. По неофициальным данным реальная численность населения существенно превышает данный показатель. Кроме того следует ожидать дальнейший рост населения города, что, несомненно, скажется на проблемах эксплуатации его инфраструктуры. Усугубляется проблема и тем, что социальная инфраструктура Мурино значительно отстаёт от темпов массового жилищного строительства. Нехватка рабочих мест в городе сказывается на возникновении маятниковой и местной трудовой миграции. Ежедневно из Мурино в г. Санкт-Петербург на работу или учёбу едут не менее 75% жителей, создавая огромную нагрузку на транспортную инфраструктуру развивающегося города.

Вышеуказанные факторы обусловили формирование целого ряда проблем, связанных с транспортным обеспечением.

Общественный транспорт Мурино представлен в большей степени маршрутными такси, основная задача которых обеспечивать бесперебойную доставку людей из жилых массивов к единственной станции метро «Девяткино», дающей возможность относительно быстро выехать из района в центр. Несмотря на то, что наземный общественный транспорт в городе достаточно развит, транспортную ситуацию это не облегчает. Пассажиропоток по основным направлениям в пиковые часы значительно превышает провозную способность имеющихся маршрутов, подтверждая неспособность существующих видов общественного транспорта обеспечить нормальные условия транспортного обслуживания местного населения [4].

Одним из возможных вариантов решения сложившейся проблемы повышения уровня транспортной доступности населения города Мурино и развития городской маршрутной сети может стать создание и эксплуатация автоматизированного транспортно-инфраструктурного комплекса ЮСТ эстакадного типа на базе беспилотных рельсовых электромобилей на стальных колёсах (юнимобилей) [5, 6]. Осуществление движения юнимобилей над землёй (т. е. на «втором уровне») обеспечивает повышенный уровень безопасности и точность соблюдения графика перевозок даже при неблагоприятных погодных условиях, а также способствует перераспределению пассажиропотока без существенного влияния на работу наземного транспорта.

В общем виде состав комплекса представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Схематическое представление состава комплекса ЮСТ

Комплекс ЮСТ является обобщённым инфраструктурным решением на основе современных инженерных разработок и ноу-хау белорусского инженера-изобретателя А.Э. Юницкого [7]. Особенность комплекса заключается в использовании технологий струнного рельса и предварительно напряжённой рельсо-струнной транспортной эстакады, по которой в автоматизированном режиме управления перемещаются рельсовые электромобили-беспилотники.

Пассажирский транспортно-инфраструктурный комплекс ЮСТ, который генеральный конструктор А.Э. Юницкий развивает в компании ЗАО «Струнные технологии», насчитывающей более 60 конструкторских бюро, отделов и лабораторий, обладает комплексом преимуществ по сравнению с традиционными транспортными решениями. Среди них: высокая производительность, благодаря работе на «втором уровне» в автономном режиме, низкая материалоемкость рельсо-струнной эстакады ЮСТ, благодаря использованию транспортных эстакад неразрезного типа с предварительно напрягаемыми струнными элементами, отсутствие искусственных сооружений при пересечении водных преград, транспортных, пешеходных и иных препятствий и др.

Тем самым функционирование указанного комплекса позволяет создать высокопроизводительную пассажирскую транспортную сеть, способную интегрироваться в существующую транспортную инфраструктуру города Мурина, а также г. Санкт-Петербурга без существенного влияния на застройку и окружающую среду.

В частности, формирование маршрутной сети ЮСТ на территории города Мурино может быть организовано несколькими маршрутами, обеспечивающими перемещения пассажиров от посёлка Бугры, деревни Лаврики и деревни Новое Девяткино к станции метро Девяткино [8]. Предварительное моделирование и расчёты производительности указанных трасс показывают следующие значения пассажиропотока по маршрутам (рис. 2):

- «ст.м. Девяткино – г. Мурино» из расчёта 3500 пасс./ч;
- «ст.м. Девяткино – г. п. Бугры» из расчёта 5000 пасс./ч.

Следует отметить, что каждый из маршрутов является масштабируемым, а количество пассажирских станций может изменяться (на рисунке 2 станции обозначены опционально и их количество варибельно).

Предварительные расчёты с использованием инструментов имитационного моделирования AnyLogic [9] показывают, что для обеспечения требуемого пассажиропотока необходимо задействовать подвижной состав в количестве 35/55 16-местных юнимобилей соответственно.

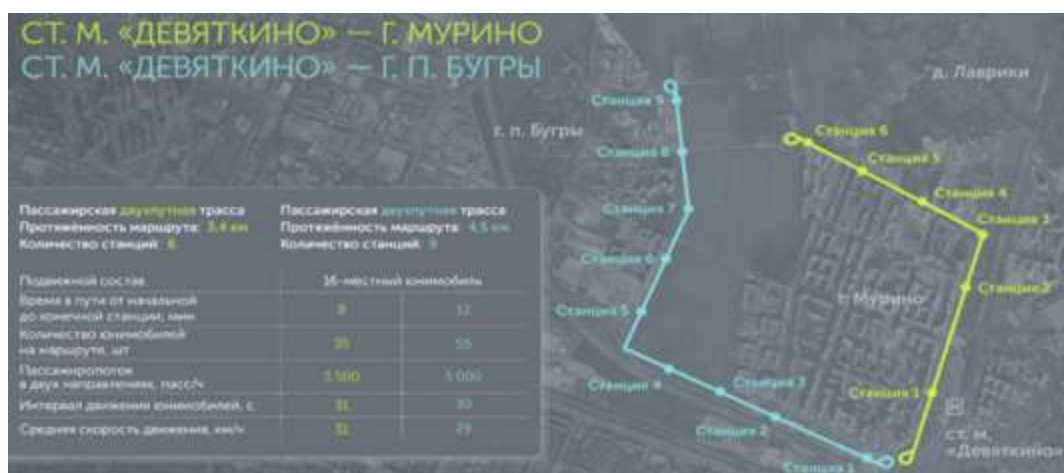


Рисунок 2 – Варианты маршрутов и их основные параметры на основании [8]

Время в пути от начальной станции до конечной составит 8 и 12 минут соответственно, что является значительным преимуществом, т. к. в существующей транспортной обстановке города только время ожидания маршрутного такси или иного общественного транспорта может составлять до 50 минут в часы пик.

Согласно данным методики расчёта компании ЗАО «Струнные технологии», ориентировочные капитальные затраты в ценах 2023 года проекта по строительству транспортно-инфраструктурного комплекса ЮСТ составят: по маршруту «ст.м. Девяткино – г. Мурино» порядка 4,5 млрд российских рублей; по маршруту «ст.м. Девяткино – г.п. Бугры» – 6,3 млрд российских рублей. При этом ориентировочный срок реализации всего комплекса составит 2,5-3,5 года.

Следует отметить, что в условиях санкционного давления (здесь следует обратить внимание на [10]) немаловажен тот факт, что технология ЮСТ имеет низкий уровень зависимости от импортных комплектующих. Степень локализации запасных частей и комплектующих, используемых для реализации проекта, составляет более 90% с учётом организации производства на территории союзных государств: Российской Федерации и Республики Беларусь.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что реализация проекта транспортно-инфраструктурного комплекса ЮСТ в городе Мурино с целью создания городской пассажирской сети с возможностью интеграции в существующую городскую сеть общественного транспорта может стать не только решением сложившейся дорожно-транспортной проблемы населённого пункта, но и оказать положительное влияние на Санкт-Петербургскую моноцентрическую городскую агломерацию в рамках реализации стратегии региона в целом [11].

Список литературы

1. Эффект Мурино: почему вместо магистрали получился сельский скотопрогон. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.rbc.ru/spb_sz/18/05/2017/591d9ad29a794767f498f6ca (дата обращения 14.10.2023).
2. Назван самый густонаселенный город Ленинградской области. Безформата. [Электронный ресурс]. – URL: <https://lenoblast.bezformata.com/listnews/samiy-gustonaselelniy-gorod-leningradskoy/105030442> (дата обращения 14.10.2023).
3. Муниципальное образование ленинградской области, Мурино городского поселения Всеволожского муниципального района. Витрина статистических данных. [Электронный ресурс]. – URL: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения 14.10.2023).
4. Жители Мурино жалуются на гигантские очереди на остановках общественного транспорта. [Электронный ресурс]. – URL: <https://lentv24.ru/ziteli-murino-zaluyutsya-na-gigantskie-oceredi-na-ostanovkax-obshhestvennogo-transporta.htm> (дата обращения 14.10.2023).

5. Юницкий А.Э., Артюшевский С.В., Кривицкий А.И., Сокур М.В., Цырлин М.И. Высокоскоростной струнный транспорт uST для перевозки пассажиров: преимущества и перспективы развития // Инновационный транспорт. – 2022. – С. 3-7.
6. Юницкий А.Э., Гарах В.А., Цырлин М.И. Струнный транспорт для городских перевозок пассажиров // Наука и техника транспорта. – 2021. – № 3. – С. 19-25.
7. Юницкий А.Э. Инженер Мира: автобиография. – Минск: СтройМедиаПроект, 2023. – 500 с.
8. Санкт-петербургская городская агломерация. Агломерация Европейской части России. [Электронный ресурс]. – URL: <https://regionalcapitals.ru/urbanagglomerations/dp/spb> (дата обращения 20.10.2023).
9. AnyLogic Cloud – веб-сервис для операционного использования моделей. AnyLogic. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.anylogic.ru/> (дата обращения 20.10.2023).
10. Малютина Т.Д. Проблемы и пути развития транспортной отрасли России // Экономика России: тенденции и перспективы. – 2014. – № 19(205). – С. 7-12.
11. Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 13 февраля 2019 года N 207-р. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/552378463?marker=6560Ю> (дата обращения 14.10.2023).

УДК 625.5+625.41

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ИННОВАЦИОННОГО ТРАНСПОРТНО-ИНФРАСТРУКТУРНОГО КОМПЛЕКСА ЮСТ ПРИ РАЗВИТИИ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНО-ИСТОРИЧЕСКОГО НАСЛЕДИЯ

Юницкий Анатолий Эдуардович – доктор философии транспорта, председатель совета директоров и генеральный конструктор

ЗАО «Струнные технологии»; ООО «Астроинженерные технологии»

Власовец Екатерина Николаевна – начальник отдела аналитики

ЗАО «Струнные технологии»

Шанчук Алина Сергеевна – ведущий аналитик отдела аналитики

ЗАО «Струнные технологии»

Аннотация. В работе уделено внимание проблемам увеличения посещаемости историко-культурных объектов и способам их устранения на основе применения комплексных инновационных транспортно-инфраструктурных решений Юницкого (ЮСТ). Описаны варианты применения данных транспортных комплексов в отношении действующих туристических объектов, обозначены преимущества и перспективы развития струнного транспорта.

Ключевые слова: транспорт, струнный транспорт, транспортно-инфраструктурный комплекс, туризм, трансфер, наследие, экологичность, безопасность, экономическая эффективность.

JUSTIFICATION FOR THE USE OF THE INNOVATIVE TRANSPORT AND INFRASTRUCTURE COMPLEX UST IN THE DEVELOPMENT OF CULTURAL AND HISTORICAL HERITAGE SITES

Unitsky Anatoly E. – Ph.D., Chairman of the Board of Directors and General Designer

Unitsky String Technologies Inc.; Astroengineering Technologies LLC

Vlasovets Ekaterina N. – head of the analytics department

Unitsky String Technologies Inc.
Shanchuk Alina S. – leading analyst of the analytics department
Unitsky String Technologies Inc.

Abstract. The paper focuses on the problems of increasing attendance at historical and cultural sites and ways to eliminate them based on the use of complex innovative transport and infrastructure solutions by Unitsky (uST). Options for using these transport complexes in relation to existing tourist sites are described, and the advantages and prospects for the development of string transport are indicated.

Keywords: transport, string transport, transport and infrastructure complex, tourism, transfer, heritage, environmental friendliness, safety, economic efficiency.

Согласно [1] историко-культурное наследие – значимый фактор социально-экономического развития страны. Популяризация историко-культурных ценностей играет важную роль в сохранении исторического наследия, способствует развитию культурно-познавательного туризма в каждом регионе Российской Федерации. На территории Ленинградской области располагаются многочисленные архитектурные, археологические и исторические памятники, сохранилось большое количество крепостей.

Одними из ключевых туристических объектов региона являются музейно-рекреационная зона в Кронштадте, включающая в себя музейно-исторический парк «Остров фортов», как один из компонентов туристско-рекреационного кластера (ТРК) Кронштадт, а также расположенная на Ореховом острове в истоке реки Невы Шлиссельбургская крепость Орешек. Эти объекты являются одними из самых популярных туристических направлений Ленинградской области и играют ключевую роль в сохранении культурного наследия России.

Посещаемость крепости Орешек за последние 7 лет выросла более чем в два раза и к 2025 году может составить 240 тысяч человек в год, что свидетельствует о популярности этого исторического и культурного объекта [2–4]. ТРК Кронштадт к 2030 году, согласно прогнозу СВRE, будут посещать 708 тыс. туристов в год, что также свидетельствует о его популярности и привлекательности для туристов. Из года в год объект становится всё более востребованным и значимым для туризма и экономики России в целом.

Тем не менее существуют определённые сдерживающие факторы, связанные с островным расположением данных историко-культурных объектов, которые могут замедлить дальнейший прирост туристических потоков.

Поскольку острова не имеют сухопутной связи с материковой частью, трансфер туристов полностью зависит от действующего водного транспорта и пропускной способности причалов. Значимое влияние оказывает сезонность и невозможность организовать трансфер в зимний период. В настоящее время для переправы можно воспользоваться теплоходом, паромом или катамараном.

В связи с этим организация всесезонной и высокоэффективной переправы к крепости Орешек и острову Фортов становится крайне актуальной и необходимой задачей.

Решение данной задачи позволит достичь прогнозных показателей развития музейно-исторических комплексов в рамках выполнения поручений Президента Российской Федерации В.В. Путина от 07.02.2019 г. № Пр-152 и от 12.02.2019 г. № Пр-216 о развитии г. Кронштадта как центра Военно-Морского Флота и реализации культурно-исторического потенциала города, содействию сохранению наследия военно-морского флота России.

Проектом развития ТРК Кронштадт было предусмотрено создание транспортного сообщения между островом Котлин и фортом «Александр I» (Остров Фортов) на базе канатной дороги, протяжённостью 1,2 км [5,6].

Вариантом решения проблемы транспортной доступности Орехового острова и острова Фортов в качестве альтернативы канатной дороге может стать создание автоматизированного транспортно-инфраструктурного комплекса ЮСТ, основанного на запатентованных технологиях струнного рельса и предварительно напряжённой рельсо-струнной транспортной

эстакады [7,8], связывающего крепость Орешек с городом Шлиссельбург с преодолением водной преграды (река Нева) и остров Котлин с фортом «Александр I» (Остров Фортов) (рис. 1).

Следует отметить, что организация комплекса ЮСТ соответствует требованиям правил судоходства. При этом за счёт поднятия путевой структуры на «второй уровень» с возможностью прохождения водных преград пролётами длиной до 2 км и отсутствия необходимости возведения дополнительных сооружений, эксплуатация комплекса ЮСТ не повлияет на организацию и безопасность пассажирского судоходства в регионе.



а)



б)

Рисунок 1 – Варианты предлагаемого маршрута:
 а) Шлиссельбург – Ореховый остров протяжённостью 0,7 км;
 б) остров Котлин – Остров Фортов протяжённостью 1,1 км

Таблица – Стоимость строительства ЮСТ в сравнении с канатной дорогой

Комплекс ЮСТ (оценка проекта)	Канатная дорога в городском поселении Тутаев (проект)	Канатная дорога в Нижнем Новгороде (запущена в 2012 году)
Протяжённость трассы – 1,1 км	Протяжённость трассы – 1,3 км	Протяжённость трассы – 3,7 км
Стоимость строительства – от \$5,0 млн	Стоимость строительства – \$10,9 млн	Стоимость строительства – \$29,7 млн
Стоимость строительства 1 км – от \$4,54 млн	Стоимость строительства 1 км – – \$8,38 млн	Стоимость строительства 1 км – – \$8,03 млн

При более низкой по сравнению с канатной дорогой стоимости строительства (таблица и по ряду уникальных отличительных технико-конструктивных особенностей [8] комплекс ЮСТ обеспечивает более быстрое, экономичное, комфортное и безопасное транспортное сообщение.

Реализация проекта транспортно-инфраструктурного комплекса ЮСТ на территории историко-культурных объектов Ленинградской области позволит:

- наладить всесезонное транспортное посещение острова Ореховый и сообщение острова Котлин с фортом «Александр I»;
- развить туристический потенциал исторических объектов за счёт повышения транспортной доступности и создать дополнительные точки притяжения для жителей и гостей Санкт-Петербурга и Ленинградской области;
- повысить общую презентабельность территории музейных комплексов благодаря инновационному дизайну, уникальности и эксклюзивности исполнения каждого элемента комплекса ЮСТ, который сможет стать узнаваемым объектом областного масштаба (визуализация маршрутов приведена на рисунке 2);
- реализовать огромный культурно-исторический потенциал г. Кронштадта и содействовать сохранению наследия военно-морского флота России;
- трансформировать г. Кронштадт в центр военно-морского образования, научных исследований, повысить его туристическую привлекательность в России и мире.



Рисунок 2 – Варианты визуализации маршрутов

Развитие транспортной инфраструктуры туристических объектов на базе комплекса ЮСТ не только гарантирует комфортное и быстрое перемещение туристов к предполагаемому месту посещения и обратно, но и обеспечит бесперебойный их трансфер. Таким образом, реализация и эксплуатация новых для Ленинградской области транспортно-инфраструктурных комплексов ЮСТ, обладающих уникальными преимуществами благодаря своим конструктивным особенностями, позволят не только повысить уровень транспортной доступности рассмотренных объектов, но и стать драйвером социально-экономического роста и развития региона. Реализация комплекса ЮСТ будет способствовать формированию положительной репутации Ленинградской области и других туристических направлений, связанных с данным регионом.

Список литературы

1. Об утверждении Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года: распоряжение Правительства Российской Федерации, 13 февраля 2019 г., № 207-р. ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.
2. Сайт Администрации Ленинградской области. [Электронный ресурс]. – URL: <https://lenobl.ru/ru/> (дата обращения 11.10.2023).
3. Сайт сетевого издания «Коммерсантъ». [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/3607361> (дата обращения 11.10.2023).
4. Сайт сетевого издания «spbdnevnik.ru». [Электронный ресурс]. – URL: <https://spbdnevnik.ru/news/2023-09-13/vladimir-kirillov-nam-vazhno-sohranit-istoricheskuyu-ramyat-dlya-buduschego> (дата обращения 11.10.2023).
5. Сайт сетевого издания «Ведомости». [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.vedomosti.ru/gorod/othercities/characters/kseniya-shoigu-o-stroitelstve-kronshtadskogo-parka-ostrov-fortov> (дата обращения 11.10.2023).
6. Сайт проекта ТРК КРОНШТАДТ». [Электронный ресурс]. – URL: <https://xn--80aiqmelqc4c.xn--plai/park-novaya> (дата обращения 11.10.2023).
7. Сайт ЗАО «Струнные технологии». [Электронный ресурс]. – URL: <https://ust.inc> (дата обращения 11.10.2023).
8. Юницкий А.Э. Струнные транспортные системы: на Земле и в Космосе. – Силакросс: «ПНБ принт», 2019. – 576 с.

АНАЛИЗ СТОИМОСТИ АВИАПЕРЕВОЗКИ ДЛЯ ПАССАЖИРОВ НА АВИАЛИНИИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГ – МОСКВА

Тешева Полина Дмитриевна – старший преподаватель кафедры аэропортов и авиатransпервозок

Богданова Наталья Ивановна – старший преподаватель кафедры аэропортов и авиатransпервозок

*ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации
имени Главного маршала авиации А.А. Новикова*

Аннотация. Целью представленного в статье исследования является оценка стоимости авиатransпервозки между городами Санкт-Петербургом и Москвой в зависимости от влияния различных факторов, таких как время покупки билетов, сезонность, варианты перелета и класс обслуживания на воздушном судне, выбранной авиакомпания и предварительного планирования поездки. Стоимость авиабилетов для пассажиров может варьироваться от нескольких тысяч рублей до нескольких десятков тысяч рублей в одну сторону, в зависимости от выбранных условий и параметров.

Ключевые слова: авиатransпервозка, авиакомпания, тариф на авиатransпервозку, воздушное судно, авиалиния.

ANALYSIS OF THE USE OF RFID TAGS IN BAGGAGE HANDLING IN AIR TRANSPORT

Tesheva Polina D. – Senior lecturer of the Department of «Airports and Air Transportation»

Bogdanova Natalia Iv. – Senior lecturer of the Department of «Airports and Air Transportation»

St. Petersburg State University of Civil Aviation

Abstract. The purpose of the research presented in the article is to estimate the cost of air transportation between the cities of St. Petersburg and Moscow, depending on the influence of various factors, such as the time of ticket purchase, seasonality, flight options and class of service on the aircraft, the selected airline and preliminary trip planning. The cost of air tickets for passengers can vary from several thousand rubles to several tens of thousands of rubles in one direction, depending on the selected conditions and parameters.

Keywords: air transportation, airline, air transportation tariff, aircraft, airline.

Для выполнения поставленной цели исследования проанализируем и выявим основных авиатransпервозчиков, выполняющих авиатransпервозки по маршрутам из аэропорта города Санкт – Петербург «Пулково» в аэропорты города Москва: «Шереметьево», «Внуково» и «Домодедово», а также наиболее часто эксплуатируемые типы воздушных судов [1].

Из анализа представленной в таблице 1 информации становится ясно, что наиболее популярными и широко используемыми типами воздушных судов (ВС) являются Boeing 737-800 и Airbus 320/321. Вместимость этих самолетов варьируется от 156 до 220 посадочных мест в зависимости от конкретной модификации [1]. В сравнении Sukhoi SuperJet-100 обладает меньшей вместимостью, составляющей 93-100 посадочных мест. Эти данные указывают на различия в провозной емкости и пассажирообороте между различными типами ВС. Знание вместимости каждого типа ВС может быть полезным для авиакомпаний при планировании и оптимизации своего рейсового парка, а также для пассажиров, которые могут предпочесть определенные типы самолетов в зависимости от своих предпочтений и предоставляемого уровня комфорта в полете.

Таблица 1 – Данные по авиалиниям Санкт-Петербург - Москва

Маршрут	Авиакомпания	Типы ВС
Пулково – Шереметьево	Россия	SSJ-100
	Аэрофлот	Airbus 320/321 Boeing 737-800
	SmartAvia	Boeing 737-800
	Победа	Boeing 737-800
	Nordwind Airlines	Airbus-321
Пулково – Внуково	Россия	Airbus 319 SSJ-100 Boeing 737-800
	Utair	Boeing 737-800
	Победа	Boeing 737-800
Пулково – Домодедово	S7 Airlines	Airbus 320/321(neo)
	Уральские Авиалинии	Airbus 320/321

Тарифы на экономический и бизнес-классы обслуживания на авиалинии Санкт-Петербург-Москва могут существенно различаться в зависимости от авиакомпании, времени бронирования и доступности мест. Однако, в общем случае, бизнес-класс предлагает больше привилегий, но его стоимость выше, чем у экономического класса.

Стоимость билетов может также варьироваться в зависимости от следующих факторов:

1. Сезон: во время популярных туристических сезонов и во время праздников цены на авиабилеты могут быть выше из-за повышенного спроса.
2. Гибкость бронирования: если вы готовы быть гибкими в выборе даты и времени вылета, вы можете найти более доступные тарифы.
3. Предварительное бронирование: бронирование билетов заранее может предоставить вам доступ к специальным предложениям и скидкам.
4. Авиакомпания: различные авиакомпании предлагают различные условия и цены на свои билеты. Некоторые авиакомпании могут быть более дорогими, но предлагать более высокий уровень сервиса и комфорта [2].

Сравним минимальные тарифы (по данным на 13 сентября 2023г.) экономического и бизнес-классов обслуживания различных авиакомпаний по прямому маршруту Санкт-Петербург – Москва.

Исходя из таблицы 2, видно, что цены минимальных тарифов экономического класса обслуживания на одного взрослого пассажира, путешествующего без багажа по прямому маршруту варьируются от 1740 Р (SmartAvia) до 4212 Р (Nordwind Airlines) за билет.

Таблица 2 – Тарифы экономического и бизнес классов обслуживания по маршруту Санкт-Петербург – Москва

Авиакомпания	Экономический класс, Р	Бизнес класс, Р
	Тариф без багажа	Минимальный тариф
Аэрофлот	3 037	39 462
Россия	3 623	34 543
Победа	1 799	-
S7 Airlines	2 910	27 607
Nordwind Airlines	4 212	-
Уральские Авиалинии	3 437	25 752
SmartAvia	1 740	-
Utair	1 895	21 485

Для пассажиров бизнес-класса обслуживания минимальный тариф на одного взрослого пассажира по прямому маршруту составляет 21 485 Р (Utair) за билет[3-6].

Тем самым мы можем определить, что наиболее низкая стоимость билета (1 740 Р) принадлежит авиакомпании SmartAvia.

За период январь – февраль 2022 года АО «Авиакомпания СмартАвиа» перевезла 499 784 пассажира и находится на 8 месте по количеству перевезенных пассажиров за данный период.

Стоимость авиабилета может зависеть от нескольких факторов, таких как провозная емкость самолета и время суток выполнения рейсов. Вот некоторые основные аспекты, которые могут влиять на цену авиабилета:

1. Провозная емкость: это относится к количеству мест, доступных на самолете. Если провозная емкость высокая, то количество доступных мест для продажи будет больше, что может снизить цены на билеты. Однако если спрос на билеты превышает объем доступных мест, авиакомпании могут повысить цены.

2. Время суток рейса: вылеты в популярные часы дня (например, утром или вечером) обычно имеют более высокий спрос и могут быть дороже. В то же время, рейсы в менее популярные часы, такие как ранние утренние или поздние ночные рейсы, могут иметь более низкую стоимость.

3. Сезонность: в популярные туристические сезоны и во время праздников спрос на авиабилеты может быть очень высоким. В таких случаях цены на билеты могут быть повышены авиакомпаниями из-за большого спроса.

Стоимость авиаперевозки может зависеть от предлагаемых провозных емкостей, на авиаперевозку багажа и ручной клади. Обычно авиакомпании предоставляют различные варианты провоза багажа, включая бесплатный ручной багаж, регистрируемый багаж и дополнительный сверхнормативный багаж.

За дополнительный регистрируемый багаж обычно взимается дополнительная плата, которая может варьироваться в зависимости от веса или объема провозимых предметов. Чем больше вес или объем такого багажа, тем выше может быть стоимость [4].

Для сравнения рассмотрим различные тарифы авиакомпаний на авиалинии Санкт-Петербург – Москва по данным на 13 сентября 2023г., которые представлены в таблице 3 и на рисунке.

Таблица 3 – Тарифы авиаперевозчиков на авиалинии Санкт-Петербург-Москва

Авиакомпания	Тарифы		
	Без багажа (только ручная кладь), Р	Багаж до 10 кг, Р	Багаж до 20(23) кг, Р
Аэрофлот	3 037	5 137	9 337
Россия	3 623	5 823	10 223
Победа	1 799	2 999	5 399
SmartAvia	1 740	2 840	5 040
S7 Airlines	2 910	4 692	10 286
Nordwind Airlines	4 212	5 712	8 712
Уральские Авиалинии	3 437	5 437	8 277
Utair	1 895	3 295	6 495

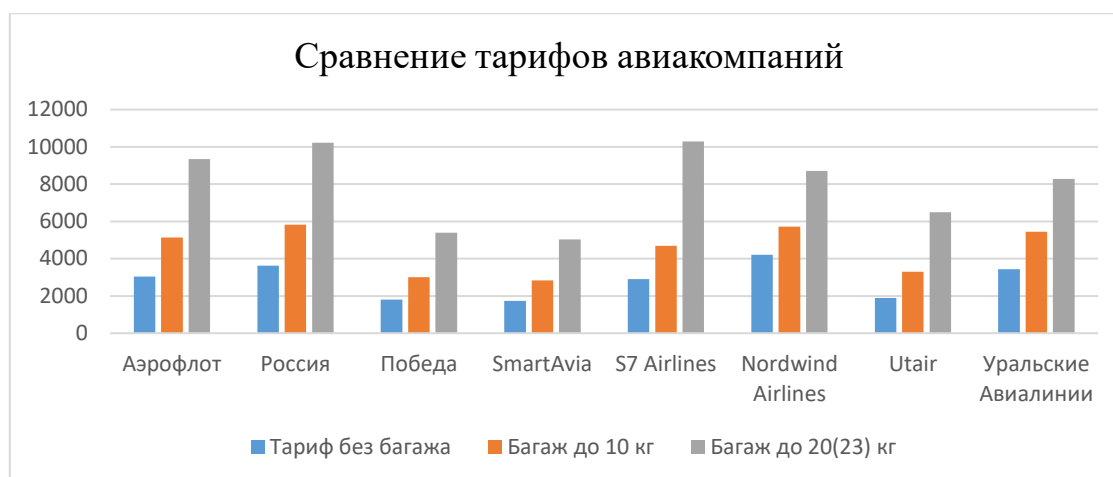


Рисунок – Сравнение тарифов авиакомпаний

Мы обратили внимание на то, что с увеличением необходимости в перевозке багажа растет и стоимость применяемого тарифа. При анализе данных мы обнаружили, что минимальная разница между тарифом без багажа и тарифом с багажом до 10 кг составляет приблизительно 1100 рублей. Это указывает на то, что добавление возможности перевозки небольшого багажа в 10-килограммовом лимите имеет свою стоимость, что может быть учтено пассажирами при выборе тарифа и определении своих потребностей в багаже. Эта информация может быть полезной для пассажиров, которые планируют свои поездки и хотят принять решение о том, какой тарифный план лучше подходит их бюджету и потребностям в багажной перевозке [3-6].

Вывод: В целом можно сказать, что анализ стоимости авиаперевозки для пассажиров на авиалинии Санкт-Петербург – Москва показал, что цены на билеты варьируются в зависимости от множества факторов, включая время вылета, дату вылета, класс обслуживания и провозной емкости.

Высокий спрос на данном направлении авиалинии приводит к тому, что цены на билеты часто достаточно высокие, особенно при бронировании ближе к дате вылета.

Анализ статистических данных показал, что минимальная стоимость билета на данном маршруте составляет примерно 1740 рублей. Однако стоимость может сильно отличаться в зависимости от множества факторов, и поэтому рекомендуется проводить поиск и сравнение цен у разных авиакомпаний для выбора наиболее выгодного варианта.

Класс обслуживания также оказывает значительное влияние на стоимость билета. Бизнес-класс предлагает более высокий уровень комфорта и дополнительные услуги, но при этом стоимость билета в нем значительно выше по сравнению с эконом-классом [7].

Необходимо учитывать факторы, не связанные с прямыми ценами на авиабилеты, такие как стоимость багажа, дополнительные сервисы (питание, выбор места) и возможные комиссии при бронировании билетов [8,9].

Важно помнить, что стоимость авиаперевозки для пассажиров может меняться со временем в зависимости от факторов, влияющих на стоимость авиационного топлива, тарифных политик авиакомпаний и ситуации на рынке авиаперевозок [10].

Итак, основываясь на проведенном анализе, можно сделать вывод, что стоимость авиаперевозки для пассажиров на авиалинии Санкт-Петербург – Москва является динамической и зависит от множества факторов. Для получения наиболее выгодной цены на билеты рекомендуется проводить поиск и сравнение цен у разных авиакомпаний, быть внимательным к акциям и скидкам, а также учитывать дополнительные расходы, связанные с багажом и дополнительными сервисами.

Список литературы

1. Деловой авиационный портал «Авиатранспортное обозрение» [Официальный сайт]. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ato.ru/> (дата обращения 08.03.2023).

2. Кузьмина Н.М. Методика отбора объектов по степени значимости их влияния на выбор тарифа для пассажирской авиаперевозки // Гражданская авиация на современном этапе развития науки, техники и общества: материалы Международной научно-технической конференции. – 2016. – С. 235.
3. Официальный сайт Авиакомпания «Аэрофлот». [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.aeroflot.ru/> (дата обращения 08.03.2023).
4. Официальный сайт Авиакомпания «Smartavia». [Электронный ресурс]. – URL: <https://flysmartavia.com/> (дата обращения 08.03.2023).
5. Официальный сайт Авиакомпания «NordWind Airlines». [Электронный ресурс]. – URL: <https://nordwindairlines.ru/> (дата обращения 08.03.2023).
6. Официальный сайт Авиакомпания «Utair». [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.utair.ru/> (дата обращения 08.03.2023).
7. Губенко А.В., Смуров М.Ю., Черкашин Д.С. Экономика воздушного транспорта. – СПб.: Питер, 2009. – 288с.
8. Шафар И.В. Формирование цены на авиабилеты // Актуальные проблемы и перспективы развития экономики: российский и зарубежный опыт. – 2023. – № 3(45). – С. 33-42.
9. Нестеров Ю.В., Фрайман А.Б. Анализ тарифной политики на воздушном транспорте // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета гражданской авиации. – 2016. – № 1(10). – С. 123-134.
10. Фридлянд А.А., Кузьмин А.В. Анализ тенденций и ценообразования на крупнейших внутренних воздушных линиях России // Научный вестник ГосНИИГА. – 2017. – № 18(329). – С. 84-94.

УДК. 656.7

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ПАССАЖИРСКИХ АВИАПЕРЕВОЗОК В РОССИИ

Иванченко Вера Николаевна – доцент, доцент кафедры истории и управления персоналом

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова

Аннотация. Рассматриваются:

современное состояние пассажирских перевозок воздушным транспортом в условиях, когда страна столкнулась с политическими, экономическими и санкционными вызовами; принятые меры государственной поддержки авиационной отрасли и тенденции развития пассажирских авиаперевозок.

Ключевые слова: *гражданская авиация, пассажирские перевозки, санкционные вызовы, государственная поддержка.*

THE CURRENT STATE AND TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF PASSENGER AIR TRANSPORTATION IN RUSSIA

Ivanchenko Vera N. – Associate Professor, Associate Professor of the Department of History and Personnel Management

Saint Petersburg State University of Civil Aviation

Abstract. The article examines the current state of passenger air transport in conditions when the country faced political, economic and sanctions challenges, which affected the activities of civil aviation, a decrease in air passenger transportation; the measures taken to support the aviation industry and the trends in the development of passenger air transportation.

Keywords: civil aviation, passenger transportation, sanctions challenges, state support.

Авиатранспортная отрасль в Российской Федерации является одной из основополагающих отраслей экономики и неотъемлемой частью производственной и социальной инфраструктуры. Воздушный транспорт играет важную роль в обеспечении транспортной доступности перевозок для населения, повышение качества жизни народа, учитывая тот фактор, что в удаленные труднодоступные районы нашей страны можно добраться только самолетом.

Государство уделяет большое внимание проблемам развития гражданской авиации. В соответствии с Транспортной стратегией Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года ставится задача – превращение географических особенностей Российской Федерации в ее конкурентное преимущество. В связи с этим предусматривается строительство новых аэропортов в центральной части страны, реконструкция аэродромной инфраструктуры, возобновление работы ряда региональных аэропортов, обновление парка воздушных судов, развитие системы субсидирования региональных перевозок. Это касается, прежде всего, регионов Сибири, Урала, Севера и Дальнего Востока.

Во втором десятилетии XXI века объем пассажирских перевозок на воздушном транспорте неуклонно возрастал. За период с 2014 по 2019 годы пассажирские перевозки авиатранспортом выросли на 38%. В 2019 году российскими авиакомпаниями перевезено 128,1 млн. пассажиров, из которых на международных воздушных линиях (МВЛ) – 55 млн. пассажиров, а на внутренних воздушных линиях – 73,1 млн. пассажиров [1].

В 2020 г. в связи с пандемией новой коронавирусной инфекции COVID-19 перевозки пассажиров российскими авиакомпаниями значительно сократились. Во всем мире упал спрос на пассажирские авиаперевозки. Объем воздушных перевозок пассажиров в нашей стране за 2020 г. составил 69,2 млн. пассажиров, что на 46% меньше, чем в 2019 г. [2].

Особенно это затронуло международные авиаперевозки. Поэтому пассажиропоток переориентировали на внутренние воздушные перевозки. В летний период выросла популярность российских курортов. Правительство приняло меры по возвращению гражданам России части средств от покупки туристических путевок для отдыха внутри страны. Это оказало стимулирующее воздействие на оживление рынка пассажирских авиаперевозок и показало значимость региональных маршрутов [3].

Правительством были приняты меры по субсидированию авиакомпаний, что позволило сохранить авиационный персонал не ниже 90% от численности таких работников на 1 января 2020 г.

В 2021 г. авиакомпании Российской Федерации перевели 111 млн. пассажиров, из них на международных воздушных линиях 23,5 млн. пассажиров и на внутренних линиях 87,5 млн. пассажиров. Авиационные перевозки осуществлялись через 260 аэропортов и посадочных площадок, на внутренних воздушных линиях обслуживалось около 4340 маршрутов [4].

Политические, экономические и санкционные вызовы 2022 г. отразились на различных отраслях транспортной системы РФ, в том числе и на гражданской авиации. После коронавирусных ограничений, которые привели к снижению пассажиропотока в 2020 и 2021 гг., гражданская авиация показала устойчивый рост пассажиропотока, как на внутренних, так и на международных линиях.

В 2022 г. авиатранспортная отрасль Российской Федерации столкнулась с геополитическими вызовами и введением в отношении ее санкций. Были введены ограничения на выполнение полетов гражданских воздушных судов, эксплуатирующихся российскими перевозчиками. Иностранцами партнерами были приняты меры по санкционному воздействию на промышленный комплекс РФ, чтобы снизить экономическое развитие и

конкурентоспособность нашей страны на мировом рынке. Кроме того, некоторые организации авиатранспортной отрасли Российской Федерации и авиационной промышленности попали под блокирующие санкции, которые закрыли доступ к внешним рынкам товаров и услуг.

Президентом Российской Федерации В.В. Путиным и Правительством Российской Федерации были приняты меры поддержки авиационной отрасли, позволившие возместить часть операционных расходов, связанных с выполнением внутренних воздушных перевозок, и избежать существенного падения авиационных перевозок на внутренних воздушных линиях. Сумма государственной поддержки предприятиям и организациям гражданской авиации, направленная на нивелирование влияния санкционных ограничений в 2022 г. составила: 174,2 млрд. рублей.

По итогам 2022г. в условиях ограничения на полеты в 11 аэропортов юга и центральной части Российской Федерации российские авиакомпании перевезли 95,1 млн. человек. На внутренних воздушных линиях было перевезено 77,73 млн. пассажиров. В большинстве региональных аэропортов пассажиропоток показал положительную динамику, существенное снижение пассажиропотока отмечено в аэропортах Московского авиационного узла и Санкт-Петербурга в связи с закрытием международного сообщения с недружественными странами.

Прямое авиасообщение осуществлялось с 34 иностранными государствами. Российские перевозчики выполняли полеты в 22 государства. Российская Федерация стала единственной страной в мире, которая смогла в постпандемийный период освоить выделенную квоту в 12 тыс. человек на прибытие российских паломников на Хадж в 2022 г. в Саудовскую Аравию [5]. При выполнении регулярных перевозок на самолетах гражданской авиации Российской Федерации отмечены наилучшие показатели по безопасности полетов – отсутствие авиационных происшествий с человеческими жертвами.

Иностранные разработчики авиационной техники в нарушение основополагающих принципов ИКАО отказались от поддержки и сопровождения собственной продукции. Авиационными властями недружественных стран были в одностороннем порядке приостановлены или аннулированы сертификаты летной годности воздушных судов, имевших регистрацию в реестрах этих стран. Доля воздушных судов иностранного производства в действующем парке пассажирских самолетов для осуществления коммерческих пассажирских перевозок в апреле 2022 г. составила 67,1 %, на них приходится около 95% пассажирооборота. На долю воздушных судов, произведенных в Российской Федерации или в СССР, приходилось 32,9%. Средний возраст воздушных судов составил 14,6 г.

Учитывая сложившуюся ситуацию, в сфере гражданской авиации были приняты меры по импортозамещению технологий и продукции; поддержанию и развитию внутренних перевозок; сглаживанию санкционного воздействия на отрасль.

В соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 19 марта 2022 г. № 411 «Об особенностях государственной регистрации предназначенных для выполнения полетов гражданских воздушных судов в Государственном реестре гражданских воздушных судов российской Федерации и особенностей государственной регистрации прав на воздушные суда и сделок с ними» осуществлялась перерегистрация воздушных судов.

Распоряжением Правительства РФ от 25 июня 2022 г. № 1693-р была утверждена «Комплексная программа развития авиатранспортной отрасли Российской Федерации до 2030 года» в целях обеспечения авиатранспортной связанности регионов Российской Федерации и мобильности населения, поддержание необходимого уровня безопасности полетов, а также обеспечения технологического суверенитета в авиатранспортной отрасли. Предусмотрены меры государственной поддержки, направленные на повышение финансовой привлекательности эксплуатации отечественных воздушных судов, развитие внутренних региональных авиaperезвозок за счет воздушных судов российского производства, создание сети послепродажного обслуживания отечественных самолетов, вертолетов и двигателей. [6].

Учитывая курс на импортонезависимость, в 2022г. Федеральным агентством воздушного транспорта осуществлялись работы по сертификации новых типов отечественных

самолетов MC-21, RRJ-95NEW-100, Ил-114-300, ТВРС-44 «Ладога», ЛМС-901 «Байкал», а также модификаций вертолетов: Ансат, Ми-171А2, Ка-32В11М и Ка-226Т «Альпинист».

Освоения серийного производства воздушных судов, а также импортозамещенных отечественных комплектующих ожидается с 2025-2026 гг., что приведет к снижению себестоимости производства самолетов в Российской Федерации.

Несмотря на санкции, сложную международную обстановку в 2022 г. были введены в эксплуатацию взлетно-посадочные полосы в аэропортах Великий Устюг, Оренбург, Певек, Оха. Завершена реконструкция аэропорта Бегишево, построены аэровокзальные комплексы в аэропортах Владикавказ, Новый Уренгой, Домодедово (Т-2), начато строительство нового аэровокзала в аэропорту г. Грозного.

В соответствии с Комплексной программой развития авиатранспортной отрасли в 2023г. российские авиакомпании должны перевезти 101,2 млн человек, что на 18% выше уровня 2022г. Основным приоритетом остаются внутренние авиаперевозки. Это связано с активным развитием туризма в стране. Была расширена маршрутная сеть в летнем сезоне. Более 50% регулярных рейсов планируется совершать в обход Московского авиаузла.

Проводится работа по восстановлению международного авиасообщения. В настоящее время 17 российских авиакомпаний осуществляют прямые перелеты в 24 страны. В Россию осуществляют рейсы 52 иностранные авиакомпании из 29 стран мира.

В рамках мероприятий по развитию аэропортовой инфраструктуры реализуются 43 объекта, из которых 18 планируется ввести в эксплуатацию в 2023. При этом требования к уровню обеспечения безопасности полетов остается высоким [7].

Принятые меры призваны обеспечить экономическую независимость гражданской авиации России от импорта и повысить доступность услуг воздушного транспорта для населения нашей страны.

Список литературы

1. Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года. [Электронный ресурс]. – URL: <https://rosavtodor.gov.ru/docs/transportnaya-strategiya-rf-na-period-do-2030-goda-s-prognozom-na-period-do-2035-goda> (дата обращения 30.10.2023).

2. Министерство транспорта Российской Федерации. Федеральное агентство воздушного транспорта (Росавиация). Доклад «Об итогах работы Федерального агентства воздушного транспорта в 2020 году, основных задачах на 2021 год и среднесрочную перспективу. [Электронный ресурс]. – URL: <http://favt.gov.ru/public/materials/f/5/8/2/e/f582eb9015c0df4210eec8cc63caa500.pdf> (дата обращения 30.10.2023).

3. Иванченко В.Н. Проблема возрождения региональных перевозок // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2021: материалы Международной научно-практической конференции. – СПб.: ИПТ РАН. – 2021. – Т. 1. – С. 177.

4. Министерство транспорта Российской Федерации. Федеральное агентство воздушного транспорта (Росавиация). Доклад «Об итогах работы Федерального агентства воздушного транспорта в 2021 году, основных задачах на 2022 год и среднесрочную перспективу. [Электронный ресурс]. – URL: <https://favt.gov.ru/o-rosaviacii-kollegija-materially/> (дата обращения 30.10.2023).

5. Министерство транспорта Российской Федерации. Федеральное агентство воздушного транспорта (Росавиация). Доклад «Об итогах работы Федерального агентства воздушного транспорта в 2022 году, основных задачах на 2023 год и среднесрочную перспективу. [Электронный ресурс]. – URL: <https://favt.gov.ru/novosti-novosti/?id=9991> (дата обращения 30.10.2023).

6. Распоряжение Правительства РФ от 25 июня 2022 г. № 1693-р. Комплексная программа развития авиатранспортной отрасли Российской Федерации до 2030 года. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/404798711/> (дата обращения 30.10.2023).

7. Доклад Виталия Савельева Президенту России Владимиру Путину о развитии авиaperевозок, 20 июля 2023. [Электронный ресурс]. – URL: <https://mintrans.gov.ru/eye/press-center/news/10801?ysclid=lodd2gg8w655805177> (дата обращения 30.10.2023).

УДК 656.7.025

ПРЕИМУЩЕСТВА ЦИФРОВИЗАЦИИ ДОКУМЕНТАОБОРОТА ПРИ ОБРАБОТКЕ ГРУЗОВ НА ВОЗДУШНОМ ТРАНСПОРТЕ

Богданова Наталья Ивановна – старший преподаватель кафедры аэропортов и авиaperевозок

Тешева Полина Дмитриевна – старший преподаватель кафедры аэропортов и авиaperевозок

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова

Аннотация. Целью представленного в статье исследования является анализ преимуществ цифровизации документооборота при обработке грузов на воздушном транспорте. Рассматриваются направленность цифровой трансформации транспортного сектора и специфика перевода грузовых перевозчиков на электронный документооборот. Выявляются возможности и преимущества внедрения комплексной системы цифрового документооборота воздушных грузоперевозок. Приводится пример реализации системы электронного документооборота в грузовых авиaperевозках.

Ключевые слова: авиакомпании, воздушный транспорт, грузоперевозки, документооборот, цифровизация.

BENEFITS OF DIGITALIZATION OF DOCUMENT FLOW IN AIR CARGO HANDLING

Bogdanova Natalia Iv. – Senior lecturer of the Department of «Airports and Air Transportation»

Tesheva Polina D. – Senior lecturer of the Department of «Airports and Air Transportation»
St. Petersburg State University of Civil Aviation

Abstract. The article analyzes the advantages of digitalization of workflow in the processing of goods in air transport. The focus of the digital transformation of the transport sector and the specifics of the transfer of freight carriers to electronic document management are considered. The possibilities and advantages of introducing an integrated digital document management system for air cargo transportation are revealed. An example of the implementation of an electronic document management system in air cargo transportation is given.

Keywords: airlines, air transport, cargo transportation, document flow, digitalization.

Транспорт оказывает значительное влияние на мировую хозяйственную деятельность, поскольку способствует оптимальному распределению производственных мощностей и формированию экономических связей между регионами и странами [1]. Воздушный транспорт имеет большое значение в международных отношениях благодаря обеспечению высокой скорости перевозки и сохранности грузов и возможности сообщения с труднодоступными регионами. Основным трендом сферы авиaperевозок, как и других областей экономики, является цифровизация, затрагивающая информационное поле систем, которые обеспечивают движение материальных потоков, управление развитием

инфраструктуры, цепями поставок и бизнес-процессами при организации грузовых перевозок [2]. Внедрение цифровых технологий в практическую деятельность авиакомпаний позволяет им совершенствовать методы стратегического планирования и бизнес-процессы, повышать производительность и экономическую эффективность логистических процессов, качество и безопасность предоставляемого сервиса, а также совершенствовать взаимодействие между всеми субъектами рынка грузоперевозок.

Целью работы является изучение преимуществ цифровизации документооборота при обработке грузов на воздушном транспорте. Для её достижения были использованы аналитический, синтетический, индуктивный и дедуктивный методы обработки тематических исследований, научных публикаций и релевантных литературных источников.

Цифровая трансформация грузоперевозок на воздушном транспорте представляет собой многоплановый процесс, который охватывает все логистические операции вдоль цепочки поставок [3]. Общая направленность изменений всего транспортного сектора – развитие автоматизированного, мультимодального, безопасного, подключённого и более экологичного транспорта. Мультимодальность предполагает объединение различных видов транспорта в единую среду посредством совмещения информационных, технических и организационных элементов и участников процесса грузоперевозки, что требует внедрения комплекса решений в каждом из сегментов отрасли. Первым звеном мультимодальности и цифровой трансформации в целом является переход на электронный документооборот, использование которого в совокупности с синхронизацией транспортных документов отдельных видов транспорта позволяет в разы ускорить процессы регистрации, обработки, отслеживаемости и контроля грузов.

В практике крупных авиакомпаний, осуществляющих грузоперевозки, уже длительное время используются системы электронного документооборота, в первую очередь, для бронирования заказов клиентами [4]. Это позволяет существенно расширить охват и повысить приток клиентов, однако развитие цифровых сервисов затрудняется спецификой грузовых авиаперевозок: в отличие от пассажирских авиакомпаний грузовые перевозчики ориентированы на установление долгосрочных партнёрских отношений типа B2B.

Перевод авиакомпаний на электронный документооборот должен осуществляться комплексно, поскольку он будет влиять как на внутренние процессы компании, так и на внешнее взаимодействие с участниками логистической цепочки [5]. Отличительная особенность электронного документооборота – обособленность от субъекта восприятия, то есть невозможность изучения цифровой информации без специальных средств доступа.

В условиях цифрового документооборота документ с момента появления должен иметь машиночитаемую форму и автоматически вноситься в информационные системы [6]. Его движение и факт передачи должны фиксироваться в метаданных и усиливаться меткой времени при соблюдении строгих требований к криптографической защите и подтверждению полномочий подписывающих лиц. Электронные документы, завершённые делопроизводством, необходимо сохранять в электронных архивах без потери юридической силы и с возможностью извлечения и передачи по запросу в пригодной для запрашивающей стороны форме. Данные особенности призваны обеспечить специальные технические средства цифрового документооборота.

Комплексная система цифрового документооборота воздушных грузоперевозок позволяет выполнять следующие операции [7,8]:

- выгрузка электронных документов из локальных информационных систем участников грузоперевозок в общую систему и создание массивов сведений по воздушному судну и перевозимым товарным партиями;
- получение данных о доставке и перемещении грузов в режиме онлайн;
- оперативный доступ, обмен и редактирование документов из любого места;
- отслеживание движения грузов по маршруту, в том числе при мультимодальных перевозках;

- формирование комплектов электронных документов в форматах, используемых для предоставления в таможенные службы;
- предоставление комплектов электронных документов на всех этапах документального оформления перевозимых грузов в соответствующие информационные системы авиакомпаний и таможенных органов;
- получение ответных сообщений от информационных систем участников грузоперевозок в отношении перевозимых грузов.

Можно выделить следующие преимущества внедрения системы электронного документооборота в процесс обработки грузов на воздушном транспорте [9,10]:

- экономия ресурсов перевозчиков за счёт исключения затрат на печать и доставку документов;
- сокращение цикла подготовки документации благодаря процедуре электронного распространения;
- экономия рабочего времени сотрудников;
- повышение качества работы с данными;
- возможность отслеживать перемещение грузов в режиме онлайн;
- упрощение поиска, использования и восстановления документов;
- снижение риска мошенничества и увеличение безопасности транспортно-логистических операций;
- возможность организации групповой работы;
- повышение удобства хранения документации;
- увеличение уровня безопасности данных, исключение потери документов;
- освобождение физического пространства для хранения документации;
- ускорение получения оплаты от контрагентов и начисления выплат работникам;
- эффективный контроль за исполнением поручений;
- совершенствование бизнес-процессов и системы управления;
- возможность корректировки функционала системы.

Повысить эффективность системы цифрового документооборота можно при помощи технологии блокчейн, создающей неизменяемый цифровой реестр транзакций, поддерживаемый распределённой сетью компьютеров [11]. Платформы, работающие с применением блокчейна, позволяют устранить посредников, круглосуточно отслеживать местонахождение грузов, управлять процессом взаимных платежей в режиме онлайн, оперативно находить подходящий транспорт для доставки и груз для перевозчика и выполнять другие операции.

Примером реализации системы электронного документооборота в грузовых авиаперевозках является автоматизированная система планирования и управления полётами авиакомпании OpenSky от РИВЦ-Пулково [12]. Система включает подсистемы и инструменты, автоматизирующие работу оперативных диспетчеров по подготовке рейса к вылету, обеспечивающие предварительное планирование и оперативное управление полётами, предварительное таможенное информирование, интеграционный обмен данными и сообщениями и другие функции. Для экипажей авиакомпаний функционирует мобильное приложение iFlightDoc.Pilot, включающее электронную базу данных, модули администрирования и обработки послеполётной информации. Приложение позволяет вести штурманский журнал, формировать отчётную документацию и вводить данные в полётное задание в электронном виде, что обеспечивает минимизацию бумажного документооборота в авиакомпании, повышает скорость и качество обмена информацией.

Таким образом, переход на электронный документооборот – первый этап цифровизации воздушных грузоперевозок, реализация которого позволит многократно ускорить процессы регистрации, обработки, контроля и отслеживаемости грузов, повысить уровень надёжности передачи и хранения документов. Цифровизация документооборота при обработке грузов на воздушном транспорте должна затрагивать не только отдельные

авиакомпаний, но и выступать связующим звеном между грузоперевозчиками различных типов и государством, что позволит обеспечить качественно новый уровень развития отрасли.

Список литературы

1. Тащицина Е.С. Инновационные технологии в авиационном секторе как фактор экономического роста предприятий // Бизнес-образование в экономике знаний. – 2020. – № 2 (16). – С. 88-90.
2. Абидов М.Х., Исмаилова Ф.Н. Перспективы развития логистики в условиях цифровизации // УЭПС: управление, экономика, политика, социология. – 2021. – № 1. – С. 20-26.
3. Цифровая трансформация отраслей: стартовые условия и приоритеты: доклады к XXII Апрельской международной научной конференции по проблемам развития экономики и общества / Г.И. Абдрахманова, К.Б. Быховский, Н.Н. Веселитская, К.О. Вишневский, Л.М. Гохберг и др.; рук. авт. кол. П.Б. Рудник; науч. ред. Л.М. Гохберг, П.Б. Рудник, К.О. Вишневский, Т.С. Зинина. – М.: Издательский дом Высшей школы экономики, 2021. – 239 с.
4. Моросанова А.А., Мелешкина А.И., Маркова О.А. Цифровая трансформация на транспорте: возможности развития и риски ограничения конкуренции // Современная конкуренция. – 2019. – № 3 (75). – С. 73-90.
5. Чиняков О.Е. Электронный документооборот: свойства и проблемы внедрения // Гуманитарные и политико-правовые исследования. – 2023. – № 1 (20). – С. 43-50.
6. Особенности документооборота в контексте цифровизации // Документ. Архив. История. Современность. – 2020. – № 20. – С. 223-232.
7. Исмаилова Ф.Н. Электронный документооборот в грузоперевозках: возможности и перспективы // УЭПС: управление, экономика, политика, социология. – 2021. – № 2. – С. 8-11.
8. Лахметкина Н.Ю., Щелкунова И.В., Рогова Д.А. Развитие транспортных систем в цифровой повестке // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2019. – № 4. – С. 114-120.
9. Ланская Д.В., Арефьева И.В. Анализ преимуществ и проблем внедрения системы электронного документооборота в организацию // Деловой вестник предпринимателя. – 2020. – № 1 (1). – С. 48-53.
10. Федотова С.Н. Цифровизация транспортно-логистических услуг // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2019. – № 11-3. – С. 124-127.
11. Зарипова Р.С., Рочева Ф.Р., Хамидуллина М.В., Арбузова Р.С., Зарипова О.А. Внедрение цифровых технологий как фактор повышения эффективности работы транспортно-логистических систем // International Journal of Advanced Studies. – 2021. – Т. 11, № 2. – С. 100-114.
12. Автоматизация авиакомпаний РИВЦ-Пулково. [Электронный ресурс]. – URL:<https://rivc-pulkovo.ru/wp-content/uploads/2023/04/%D0%91%D1%83%D0%BA%D0%BB%D0%B5%D1%82%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F-%D0%90%D0%9A.pdf> (дата обращения 25.05.2023).

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-АКСИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ В ИНТЕРЕСАХ БЕЗОПАСНОСТИ

Маринов Марин Любенов – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории проблем безопасности транспортных систем
ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук

Аннотация. В статье предлагается алгоритм оценки и прогнозирования человеческого фактора в нормальных и экстремальных условиях. В методике обращается внимание на то, что есть мощные устойчивые поведенческие характеристики, которые не зависят от профессионального состояния транспортных специалистов, конкретных условий и продолжительности работы. И в нормальных, и в экстремальных условиях фундаментальными факторами, предопределяющими поведение человека, являются его воспитание и ценностные установки. Уровень профессиональной подготовки и психофизиологическое состояние каждого специалиста могут повлиять в определенной степени на его возможности, но безопасность действий всегда будет обусловлена прежде всего ценностными критериями, связанными с его воспитанием, профессионально-нравственной мотивацией и силой воли.

Ключевые слова: человеческий фактор, человеческое поведение, поведенческие факторы, ценностная ориентация.

DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL SUPPORT FOR PROFESSIONAL AXIOLOGICAL ASSESSMENT OF THE ACTIVITIES OF TRANSPORT SPECIALISTS IN THE INTERESTS OF SAFETY

Marinov Marin L. – Ph.D., Leading Researcher at the laboratory «Safety Problems in Transportation systems»
Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences

Abstract: The article proposes an algorithm for assessing and predicting the human factor in normal and extreme conditions. The methodology draws attention to the fact that there are powerful stable behavioral characteristics that do not depend on the professional state of transport specialists, specific conditions and duration of work. Both in normal and in extreme conditions, the fundamental factors that predetermine human behavior are his upbringing and value attitudes. The level of professional training and the psychophysiological state of each specialist can affect to a certain extent his capabilities, but the safety of actions will always be due primarily to value criteria related to his upbringing, professional and moral motivation and willpower.

Keywords: human factor, human behavior, approaches, behavioral factors, value orientation.

Данная методология предусматривает, что транспортные специалисты и руководители могут пройти *четыре вида аттестации*, дающие им возможность получить допуск к работе на каждом отдельном этапе: планирование и организация профессиональной деятельности, работа в нормальной обстановке, действия в экстремальной обстановке, аттестат для успешного окончания года (полная аттестация) или допуск к продвижению по службе [1-4]:

1. *Аттестация планирования и организации профессиональных действий* (АПОПД) – аттестацию целесообразно проводить после прохождения соответствующего цикла

подготовки. Аттестация допускает работника (руководителя) к аттестации работы в нормальной обстановке;

2. *Аттестация работы в нормальной обстановке (АРНО)* – аттестацию целесообразно проводить после АПОПД и прохождения соответствующего цикла подготовки по усвоению обязанностей для работы в нормальной обстановке. Аттестация дает право на работу в нормальной обстановке и допускает к аттестации действий в экстремальной обстановке;

3. *Аттестация действий в экстремальной обстановке (АДЭО)* – аттестацию целесообразно проводить после прохождения АПОПД, АРНО и прохождения соответствующего цикла подготовки в экстремальной обстановке. Аттестация дает право на действия в экстремальной обстановке и на прохождение полной годовой аттестации;

4. *Полная аттестация (ПА)* – аттестация проводится в конце года с целью подведения итогов профессиональной подготовки. Полная аттестация также дает право на продвижение по службе. В этом контексте она должна проходить с учетом требований нового предполагаемого рабочего места и новых обязанностей и должна выявить потенциальные возможности сотрудника на новой должности.

В представленной методологии ценностной оценки профессиональной деятельности транспортных специалистов и руководителей [1,2,5], предлагается инспекцию проводить отдельными экспертами или экспертной группой в процессе обучения и работы по восьми взаимосвязанным критериям: *профессионализм, отношение к людям, экологичность, экономичность, ответственность, воля, интерес и способности*. При том критерии: *профессионализм, экологичность, экономичность и отношение к людям*, являются критериями уровня „*профессионального обучения*” ТС(Р), а критерии: *ответственность, воля, интерес и способности*, являются критериями уровня его *воспитания и его способностей*.

Последовательность действий по аттестационной оценке ПДТС(Р)

1. Используя зависимость между субъективными оценками и их количественными выражениями в таблице 1, эксперты заполняют таблицы, соответствующие отдельным этапам профессиональной деятельности. Эксперты напротив каждой оценки определяют условную количественную величину по каждому показателю в соответствии с функцией Харрингтона в виде, указанном в таблице 1;

2. В соответствии с проставленными инспектирующими экспертами величинами показателей *на этапе: Планирование и организация профессиональной деятельности* по каждому из критериев вычисляется средняя суммарная стоимость ПДТС(Р) и по каждому из критериев определяется весовой коэффициент;

Таблица 1 – Субъективные оценки экспертов

<i>СУБЪЕКТИВНЫЕ ОЦЕНКИ</i>	<i>КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ВЫРАЖЕНИЯ</i>
<i>Очень хорошо</i>	1,00 – 0,81
<i>Хорошо</i>	0,80 – 0,64
<i>Удовлетворительно</i>	0,63 – 0,38
<i>Плохо</i>	0,37 – 0,21
<i>Очень плохо</i>	0,20 – 0,00

3. Вычисляется коэффициент проф. пригодности ($H_{\text{проф.1}}$) по формуле (1):

$$H_{\text{проф.1}} = \lambda_{11}(\sum_{v=1}^{11} P_1(m)_v)/11 + \lambda_{12}(\sum_{n=1}^8 G_1(n)_d)/8 + \lambda_{13}(\sum_{l=1}^{11} C_1(l)_t)/11 + \lambda_{18}(\sum_{r=1}^6 E_1(r)_p)/6 \quad (1)$$

4. Инструкторы в таблице 2 напротив полученной количественной величины для ($H_{\text{проф.1}}$) проставляют соответствующую ей субъективную *степень профессиональной пригодности и этап профессиональной подготовки*.

Таблица 2 – Субъективная степень профессиональной пригодности

Этап проф. подготовки	Коэффициент профессиональной пригодности – $N_{\text{проф1}}$ (1 оцен. этап)	Субъективная степень профессиональной пригодности
окончательный	10,0 – 8,6	Специалист (руководитель) полностью подготовлен к выполнению профессиональных обязанностей
завершающий	8,5 – 6,6	Специалист (руководитель) профессионально подготовлен но необходим дополнительный контроль над некоторыми, более ответственными действиями (определяются инструктором, в зависимости от достигнутых результатов)
текущий	6,5 – 3,6	Специалист (руководитель) недостаточно профессионально подготовлен Рекомендуется контроль над всеми его действиями
начальный	3,5 – 0,0	Специалист (руководитель) не подготовлен

Если профессиональная подготовка специалиста находится на начальном и текущем этапах, обучение и воспитание специалиста (руководителя) продолжается без допуска к реальному использованию поверенной техники

5. Если данные инспектируемого специалиста (руководителя) находятся на завершающим и окончательном этапе профессиональной подготовки, инструкторы приступают к определению коэффициента доверия ($N_{\text{дов.1}}$), по формуле (2):

$$N_{\text{доверия1}} = \lambda_{15}(\sum_{x=1}^6 O_1(x)_i)/6 + \lambda_{16}(\sum_{y=1}^4 V_1(y)_j)/4 + \lambda_{17}(\sum_{z=1}^3 I_1(z)_k)/3 \quad (2)$$

6. Инструкторы в таблице 3 напротив полученной количественной величины для ($N_{\text{дов.1}}$) определяют соответствующую ей субъективную оценку доверия к качеству профессиональной деятельности ТС(Р).

7. Если оценка доверия специалиста (руководителя) находится на начальном и текущем этапах, обучение и воспитание продолжаются без допуска к каким-то ответственным действиям в НО, связанным с реальным использованием поверенной техники.

8. Если оценка доверия специалиста (руководителя) находится на завершающем этапе, обучение и воспитание продолжаются, но специалист (руководитель) может быть допущен к не высокоответственным действиям в НО, связанным с реальным использованием поверенной техники.

9. Если оценка специалиста (руководителя) находится на окончательном этапе доверия, специалист (руководитель) может быть допущен к высокоответственным действиям в нормальной эксплуатационной обстановке, связанным с реальным использованием поверенной техники.

Таблица 3 – Субъективная оценка доверия

Этап доверия	Коэффициент доверия – $H_{\text{дов.1}}$ (1 оцен. этап)	Субъективная оценка доверия
окончательный	10,5 – 8,6	Специалисту(руководителю) полностью можно доверять в нормальной обстановке (НО)
завершающий	8,5 – 6,6	Специалисту(руководителю) можно доверять в НО. Необходим дополнительный контроль над некоторыми, более ответственными действиями (определяются инструктором, в зависимости от достигнутых результатов)
текущий	6,5 – 3,6	Специалисту(руководителю) можно частично доверять в НО – но необходим постоянный контроль над его действиями
начальный	3,5 – 0,0	Специалисту(руководителю) нельзя оказывать доверия

10. Для получения общей аттестационной оценки инспектируемых специалистов (руководителей) на этапе вычисляется суммарный коэффициент профессионально-личностных качеств $ТС(P)$ ($H_{\text{кач.1}}$), состоящий из:

- средней оценке профессиональных качеств специалиста $\left[\frac{\lambda_{14}(\sum_{s=1}^{19} K_1(s)_g)}{19} \right]$, (оцениваются экспертами – таблица 3);
- средней оценки личностных качеств специалиста (руководителя):

$$\left[\frac{\lambda_{41}(\sum_{s=1}^{61} K_{41r}(s)_g)/61 + \lambda_{42}(\sum_{s=1}^{61} K_{41k}(s)_g)/61 + \lambda_{43}(\sum_{s=1}^{61} K_{41p}(s)_g)/61 + \lambda_{44}(\sum_{s=1}^{20} K_{41s}(s)_g)/61}{4} \right]$$

(качества оцениваются руководителем, подчиненными, коллективом и путем самооценки), коэффициент вычисляется по формуле (3):

$$H_{\text{кач.1}} = \frac{\lambda_{14}(\sum_{s=1}^{19} K_1(s)_g)}{19} + \left[\frac{\lambda_{41}(\sum_{s=1}^{61} K_{41r}(s)_g)/61 + \lambda_{42}(\sum_{s=1}^{61} K_{41k}(s)_g)/61 + \lambda_{43}(\sum_{s=1}^{61} K_{41p}(s)_g)/61 + \lambda_{44}(\sum_{s=1}^{20} K_{41s}(s)_g)/61}{4} \right] \quad (3)$$

11. Общая аттестационная оценка ПДТС(P) на первом этапе Планирование и организации профессиональной деятельности (O_1 ПДТС(P)), определяется по формуле (4):

$$O_{1\text{ПДТС(P)}} = 0.4.H_{\text{проф1}} + 0.4.H_{\text{доверия1}} + 0.2.H_{\text{кач.1}} \quad (4)$$

Оценка работы транспортного специалиста (руководителя) в нормальной обстановке (НО).

В соответствии с проставленными инспектирующими экспертами величинами показателей на втором оценочном этапе „Работа в нормальной обстановке” по каждому из критериев вычисляется средняя суммарная стоимость ПДТС(P) и по каждому из критериев определяется весовой коэффициент.

12. Вычисляется коэффициент профессиональной пригодности ($H_{\text{проф2}}$), формула (5):

$$H_{\text{проф2}} = \lambda_{21}(\sum_{v=1}^{16} P_2(m)_v)/16 + \lambda_{22}(\sum_{n=1}^8 G_2(n)_d)/8 + \lambda_{23}(\sum_{l=1}^{11} C_2(l)_t)/11 + \lambda_{28}(\sum_{r=1}^6 E_2(r)_p)/6 \quad (5)$$

13. Инструкторы в таблице 4 напротив полученной количественной величины для $H_{\text{проф}2}$ определяют соответствующую ей субъективную „степень профессиональной пригодности в НО” и „этап готовности для действий в НО”.

Таблица 4 – Субъективная степень профессиональной пригодности в НО

Этап готовности для действий в НО	Коэффициент профессиональной пригодности в НО $H_{\text{проф}2}$ (2 оцен. этап)	Субъективная степень профессиональной пригодности в НО
окончательный	10,0 – 8,6	Специалист (руководитель) полностью подготовлен к выполнению профессиональных обязанностей в НО
завершающий	8,5 – 6,6	Специалист (руководитель) профессионально подготовлен для действий в НО, но необходим дополнительный контроль над некоторыми, более ответственными действиями (определяются инструктором, в зависимости от достигнутых результатов)
текущий	6,5 – 3,6	Специалист (руководитель) недостаточно профессионально подготовлен для действий в НО. Рекомендуется контроль над всеми его действиями
начальный	3,5 – 0,0	Специалист (руководитель) не подготовлен для действий в НО

Если профессиональная подготовка специалиста (руководителя) находится на начальном и текущем этапах, обучение и воспитание *продолжаются*, без допуска к реальному использованию поверенной техники

14. Если данные инспектируемого специалиста (руководителя) находятся на завершающим и окончательном этапе профессиональной подготовки, инструкторы приступают к определению «коэффициента доверия в НО» ($H_{\text{доверия}2}$) по формуле (6):

$$H_{\text{доверия}2} = \lambda_{25}(\sum_{x=1}^6 O_2(x)_i)/6 + \lambda_{26}(\sum_{y=1}^4 V_2(y)_j)/4 + \lambda_{27}(\sum_{z=1}^3 I_2(z)_k)/3 \quad (6)$$

15. Инструкторы в таблице 5 напротив полученной количественной величины для $H_{\text{дов}2}$ определяют соответствующую ей субъективную оценку „доверия в НО”.

Если оценка специалиста (руководителя) находится на начальном и текущем этапах доверия, обучение и воспитание *продолжаются без допуска до подготовки к действиям в экстремальной обстановке (ЭО)*.

Если оценка доверия специалиста (руководителя) находится на завершающем или окончательном этапе, обучение и воспитание *продолжаются*, но специалист (руководитель) *может быть допущен до подготовки к действиям в ЭО*.

Таблица 5 – Субъективная степень профессиональной доверия в НО

Этап доверия	Кoeffициент доверия в НО $H_{\text{дов}2}$ (2 оцен. этап)	Субъективная оценка доверия в НО
окончательный	10,0 – 8,6	Специалисту (руководителю) полностью можно доверять в НО. Разрешается допуск до подготовки к действиям в экстремальной обстановке (ЭО)
завершающий	8,5 – 6,6	Специалисту (руководителю) можно доверять. Необходим дополнительный контроль над некоторыми, более ответственными действиями (определяются инструктором, в зависимости от достигнутых результатов). Разрешается допуск до подготовки к действиям в экстремальной обстановке (ЭО)
текущий	6,5 – 3,6	Специалисту (руководителю) можно частично доверять – нужен контроль над его действиями. Не разрешается допуск до подготовки к действиям в экстремальной обстановке (ЭО)
начальный	3,5 – 0,0	Специалисту (руководителю) нельзя оказывать доверия Не разрешается допуск до подготовки к действиям в экстремальной обстановке (ЭО)

16. Для получения общей аттестационной оценки инспектируемых специалистов (руководителей) на втором этапе, по формуле (7) вычисляется «суммарный коэффициент профессионально-личностных качеств» ($H_{\text{кач.2}}$):

$$H_{\text{кач.1}} = \frac{\lambda_{24}(\sum_{s=1}^{19} K_2(s)_g)}{19} + [\lambda_{41}(\sum_{s=1}^{61} K_{42r}(s)_g)/61 + \lambda_{42}(\sum_{s=1}^{61} K_{42k}(s)_g)/61 + \lambda_{43}(\sum_{s=1}^{61} K_{42p}(s)_g)/61 + \lambda_{44}(\sum_{s=1}^{61} K_{42s}(s)_g)/61] / 4 \quad (7)$$

17. «Общая аттестационная оценка ПДТС(Р)» на втором оценочном этапе „Работа в нормальной обстановке” (O_1 ПДТС(Р)), определяется по формуле (4):

$$O_{2\text{ПДТС}(P)} = 0.3 \cdot H_{\text{проф}2} + 0.5 \cdot H_{\text{доверия}2} + 0.2 \cdot H_{\text{кач.2}} \quad (8)$$

Оценка работы транспортного специалиста (руководителя) в экстремальной обстановке (ЭО)

18. В соответствии с предоставленными инспектирующими экспертами величинами показателей на третьем оценочном этапе „Работа в экстремальной обстановке” по каждому из критериев вычисляется средняя суммарная стоимость ПДТС(Р) и по каждому из критериев определяется весовой коэффициент.

19. Вычисляется „коэффициент профессиональной пригодности $H_{\text{проф}3}$ », формула (9):

$$H_{\text{проф}3} = \lambda_{31}(\sum_{v=1}^{17} P_3(m)_v)/17 + \lambda_{32}(\sum_{n=1}^8 G_3(n)_d)/8 + \lambda_{33}(\sum_{l=1}^5 C_3(l)_t)/5 + \lambda_{38}(\sum_{r=1}^6 E_3(r)_p)/6 \quad (9)$$

20. Инструкторы в Таблице 6 напротив полученной количественной величины для $N_{\text{профз}}$ определяют соответствующую ей субъективную „*степень профессиональной пригодности в ЭО*” и „*этап готовности для действий в ЭО*”.

Если профессиональная подготовка специалиста (руководителя) находится на начальном и текущем этапах, обучение продолжается *без допуска к реальному использованию поверенной техники в ЭО*.

Таблица 6 – Субъективная степень профессиональной пригодности в ЭО

Этап готовности для действий в ЭО	Коэффициент профессиональной пригодности в ЭО $N_{\text{профз}}$ (3 оцен. этап)	Субъективная степень профессиональной пригодности в ЭО
окончательный	10,0 - 8,6	Специалист (руководитель) полностью подготовлен к выполнению профессиональных обязанностей в ЭО
завершающий	8,5 – 6,6	Специалист (руководитель) профессионально подготовлен для действий в ЭО, но необходим дополнительный контроль над некоторыми, более ответственными действиями (определяются инструктором, в зависимости от достигнутых результатов)
текущий	6,5 – 3,6	Специалист (руководитель) недостаточно профессионально подготовлен для действий в ЭО. Рекомендуется контроль над всеми его действиями
начальный	3,5 – 0,0	Специалист (руководитель) не подготовлен для действий в ЭО

21. Если данные инспектируемого специалиста (руководителя) находятся на завершающим и окончательном этапе профессиональной подготовки, инструкторы приступают к определению «*коэффициента доверия в ЭО*» ($N_{\text{довз}}$), по формуле (10):

$$N_{\text{доверияз}} = \lambda_{35}(\sum_{x=1}^6 O_3(x)_i)/6 + \lambda_{36}(\sum_{y=1}^4 V_3(y)_j)/4 + \lambda_{37}(\sum_{z=1}^3 I_3(z)_k)/3 \quad (10)$$

22. Инструкторы в таблице 7 напротив полученной количественной величины для $N_{\text{довз}}$ определяют соответствующую ей субъективную оценку „*доверия в ЭО*”.

Таблица 7 – Субъективная оценка доверия в ЭО

Этап доверия	Кoeffициент доверия в ЭО $N_{\text{дов}3}$ (3 оцен. этап)	Субъективная оценка доверия в ЭО
окончательный	10,5 – 8,6	Специалисту (руководителю) можно доверять в реальной ЭО
завершающий	8,5 – 6,6	Специалисту можно доверять в реальной ЭО, но необходим частичный контроль над некоторыми, более ответственными действиями (определяются инструктором, в зависимости от достигнутых результатов)
текущий	6,5 – 3,6	Специалисту (руководителю) можно частично доверять в реальной ЭО, но необходим постоянный контроль над его действиями
начальный	3,5 – 0,0	Специалисту (руководителю) нельзя оказывать доверия в реальной ЭО

Если оценка специалиста (руководителя) находится на начальном и текущем этапе доверия, обучение и воспитание для действий в ЭО продолжается до перехода в завершающий и окончательный „этапы доверия”.

Если оценка доверия находится на завершающем или окончательном этапе, специалисту (руководителю) можно частично или полностью доверять в реальной ЭО.

23. Для получения общей аттестационной оценки инспектируемых специалистов (руководителей) на третьем этапе вычисляется «суммарный коэффициент профессионально-личностных качеств» ($N_{\text{кач.}3}$), состоящий из:

- средней оценке профессиональных качеств специалиста (руководителя) $\left[\frac{\lambda_{34}(\sum_{s=1}^{19} K_3(s)_g)}{19} \right]$;
- средней оценки личностных качеств специалиста:

$$\left[\frac{\lambda_{41}(\sum_{s=1}^{61} K_{43r}(s)_g)/61 + \lambda_{42}(\sum_{s=1}^{61} K_{43k}(s)_g)/61 + \lambda_{43}(\sum_{s=1}^{61} K_{43p}(s)_g)/61 + \lambda_{44}(\sum_{s=1}^{20} K_{43s}(s)_g)/61}{4} \right]$$

(качества оцениваются руководителем, подчиненными, коллективом и путем самооценки), коэффициент вычисляется по формуле (11):

$$N_{\text{кач.}3} = \frac{\lambda_{34}(\sum_{s=1}^{19} K_3(s)_g)}{19} + \frac{\lambda_{41}(\sum_{s=1}^{61} K_{43r}(s)_g)/61 + \lambda_{42}(\sum_{s=1}^{61} K_{43k}(s)_g)/61 + \lambda_{43}(\sum_{s=1}^{61} K_{43p}(s)_g)/61 + \lambda_{44}(\sum_{s=1}^{20} K_{43s}(s)_g)/61}{4} \quad (11)$$

24. «Общая аттестационная оценка ПДТС(Р)» на третьем оценочном этапе „Работа в экстремальной обстановке” ($O_3 \text{ ПДТС(Р)}$), определяется по формуле (12):

$$O_{3\text{ПДТС(Р)}} = 0.3 \cdot N_{\text{проф}3} + 0.6 \cdot N_{\text{доверия}3} + 0.1 \cdot N_{\text{кач.}3} \quad (12)$$

Полная аттестационная оценка ПДТС(Р)

25. Полная аттестационная оценка ПДТС(Р) ($\Pi_{\text{АТОТС(Р)}}$), формула (13):

$$\Pi_{\text{АТОТС(Р)}} = (\lambda_{\text{АТОТС(Р)}1} O_{1\text{ПДТС(Р)}} + \lambda_{\text{АТОТС(Р)}2} O_{2\text{ПДТС(Р)}} + \lambda_{\text{АТОТС(Р)}3} O_{3\text{ПДТС(Р)}}) / 3 \quad (13)$$

где $\lambda_{\text{АТОТС}(P)1}$, $\lambda_{\text{АТОТС}(P)2}$, $\lambda_{\text{АТОТС}(P)2}$ – весовые коэффициенты общих аттестационных оценок ПДТС(P) на первом, втором и третьем оценочных этапах.

Представленная методология ценностной диагностики оценки профессиональной деятельности персонала транспортной системы может быть использована для всех видов и специальностей транспорта в удобном для программирования и электронной обработки результатов виде. В этом виде она является только одним из возможных вариантов решения проблемы с математической обработкой большого количество субъективных данных.

Методология отражает наиболее общие принципы и положения, составляющие основу авторского подхода. В зависимости от профессиональной специфики она допускает изменение количества и содержания предложенных показателей и может включать различные методики вычисления по каждому отдельному показателю.

Список литературы

1. Маринов М.Л. Человеческий фактор – особенности решения проблемы // Saarbrucken, Germany: Palmarium- LambertAcademicPublishing. – 2014. – С. 54-71.
2. НИОКР. Разработка информационного обеспечения учета влияния человеческого фактора на безопасность транспортной деятельности. ИПТ РАН. 2012-2014 гг. – С. 236-248.
3. Скороходов Д.А., Стариченков А.Л., Поляков А.С. Методика оценки эффективности комплексной безопасности транспортной компании // Вестник Санкт-Петербургского университета государственной противопожарной службы. – 2015. – № 2. С. 24-29.
4. Скороходов Д.А., Александров М.А. Анализ методики и алгоритма оценки надёжности объекта транспортной системы при произвольных законах распределения // Морской вестник. – 2013. – № 4(48). – С.100-102.
5. Marinov M.L., Malygina E.A. The role of the human factor in the issue of transport security // Problems of technosphere risk management. – 2013. – № 2(26). – Pp. 19-26.

УДК 656.001.5; 656.658.310.8

УЧЕТ ЦЕННОСТНЫХ АСПЕКТОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ

*Маринов Марин Любенов – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории проблем безопасности транспортных систем
ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук*

Аннотация. Сейчас в транспортной деятельности не учитывается влияние самых мощных и устойчивых факторов поведения человека, не зависящих от его текущего состояния, конкретных условий и продолжительности работы – это факторы нравственность, воля и интерес. Мощное влияние этих факторов ставит под сомнения самое важное из современных тенденций в транспортном образовании, что только усилия, направленные на подбор людей с качествами, способностями и высокой профессиональной и психологической подготовкой, могут привести к осязательному росту безопасности и увеличению эффективности профессиональных действий. Стремление оптимизировать второстепенные факторы и невнимание к влиянию ключевых поведенческих факторов (нравственность, воля, интерес), является фундаментальной ошибкой и причиной низкой эффективности современных образовательных подходов.

Ключевые слова: человеческий фактор, профессиональное поведение, моделирование, безопасность, эффективность.

ACCOUNTING THE VALUE ASPECTS OF THE ACTIVITIES OF TRANSPORT SPECIALISTS

Marinov Marin L. – Ph.D., Leading Researcher at the laboratory «Safety Problems in Transportation systems»

Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences

Abstract: Now does not take into account the influence of the most powerful and stable factors of human behavior that are not dependent on the current state of the project, specific conditions and duration of work is moral factors, will and interest. The research findings are changing the existing still of the opinion that the only effort aimed at recruiting people with qualities, abilities and high professional and psychological preparation, can lead to a noticeable increase in security and increase efficiency for professional action. Trying to optimize secondary factors and disregard for the influence of key behavioral factors (moral-will-interest), is a fundamental mistake and cause poor performance of today's educational approaches.

Keywords: human factor, professional behavior, situational modelling, security, effectiveness.

Транспортные комплексы (ТК) являются человеко-машинными (полуэргатическими) системами, при этом люди присутствуют в составе каждой составляющей ТК, будь то транспортное средство (ТС) или инфраструктура (инженерная, транспортная, социальная).

При анализе цепочки причин, приведших к возникновению аварийного происшествия с ТС, всегда будет присутствовать человек в роли непосредственного или косвенного виновника наступивших событий. Это подтверждают и статистические данные, полученные за многие годы для различных видов ТС. Установлено, что от 75% до 90% различного вида аварий происходит из-за неправильных действий персонала ТК в процессе управления ТС, нарушения ими установленных правил и инструкций, недобросовестного выполнения должностных обязанностей, плохого психофизического состояния. Причины остальных 10 – 25 % аварий относят к неисправности технических средств, оборудования и коммуникаций ТК, экстремальным природным воздействиям. Строго говоря, виновниками и этих аварий также являются конкретные люди, но в силу практической невозможности проследить до конца все цепочки причинно-следственных событий, создавших аварийную ситуацию, множественности косвенных виновников и ничтожности (с позиции действующего законодательства) вины каждого из них, официальными «виновниками» считаются техника и природные силы.

Участниками дорожного движения, от которых зависит безопасность, являются:

- персонал транспортных средств;
- представители государства;
- представители компаний, управляющие организацией движения транспортных средств;
- представители компаний, занятых обслуживанием транспортных средств;
- представители государственных служб, обеспечивающих качество транспортных путей.

При рассмотрении безопасности профессиональной деятельности обычно оценивается функциональная структура системы «человек – техническое средство» и выделяются следующие основные составляющие безопасности: безопасность производственных процессов; безопасность системы управления профессиональной деятельностью; экономическая безопасность; экологическая безопасность; информационная безопасность; антитеррористическая безопасность и др. В основе всех аспектов безопасности стоит влияние «человеческого фактора».

Для проведения конкретных исследований понятие «человеческий фактор» является слишком широким и обобщающим.

Понятия «фактор» и «человеческий фактор» сейчас воспринимаются в трех аспектах:

- как источник воздействия на определенную систему (личностные и духовные качества человека, интеллект, темперамент, мышление, способности, побуждения, различные поведенческие реакции и др.);
- как движущую, действующую силу (директивные решения людей; предпринятые действия; полученные результаты и др.);
- как существенное обстоятельство, где человек имеет ведущую роль во всех аспектах осуществляемой профессиональной деятельности.

Именно человек со своим поведением, в основе которого лежит бесконечно повторяющийся процесс принятия решения, является определяющим фактором в создающихся критических ситуациях и последней инстанцией в процессе их развития до аварийного состояния [1].

Анализ результатов исследований в области человеческого поведения показывает, что пока не удастся раскрыть общую логику поведения людей, и в научной литературе не указывается на какие-либо факторы, которые могут быть использованы в качестве постоянного эталона для оценки и прогнозирования человеческого поведения. Проблема состоит в том, что невозможно прогнозировать влияние специалиста на безопасность и эффективность профессиональной деятельности без знания целостной логики его поведения. Для этого необходимо объединить в единую модель такие разнородные категории как: инстинкты, восприятия, чувства, ум, интеллект, личность, духовность, интуицию, воображение, идеи, мысль, ценности, волю, интерес и др. Перечисленные категории характеризуются недостаточной исследованностью своей природы, но могут быть объединены в единую модель на основании знаний об их функциональности (роли и назначении), и доступной информации об их взаимодействиях и динамике. Подобный подход можно назвать «функционально – психодинамическим подходом».

С использованием данного подхода разработана модель, которая показывает, что ключевыми факторами безопасности человеческого поведения в сфере транспортной деятельности являются: сила возникшего интереса, сила воли для его реализации и ценности человека.

Триада «интерес – воля – ценности» находится в единстве и взаимосвязи: если нет интереса, человек не проявляет волю к действиям, если нет воли, возникший интерес нельзя реализовать, если человек безнравственен, интерес и воля ведут к небезопасным действиям [1,2].

Ценности человека являются своеобразной рамкой, в которой могут проявляться свободная воля и разносторонние и изменчивые человеческие интересы.

Оперативные факторы безопасности отличаются от ключевых факторов более быстрой динамикой и изменчивостью в зависимости от состояния человека и условий его работы. К оперативным факторам безопасности относятся:

- когнитивные способности: возможности памяти, воображение и интуиция, сенситивная восприимчивость, уровень психологической чувствительности и степень психической устойчивости.
- физические возможности: спортивные интересы, состояние здоровья, наличие противопоказаний по профессиональной пригодности;
- профессиональные умения: степень усвоения теоретических знаний, практические навыки, степень развития исполнительских, организационных и управленческих качеств, развитость коммуникабельных способностей;
- психологическая подготовка: психологическая устойчивость при принятии самостоятельных решений, в условиях ограниченного времени, изоляции, взаимозаменяемости, психологическая адекватность в экстремальных условиях.

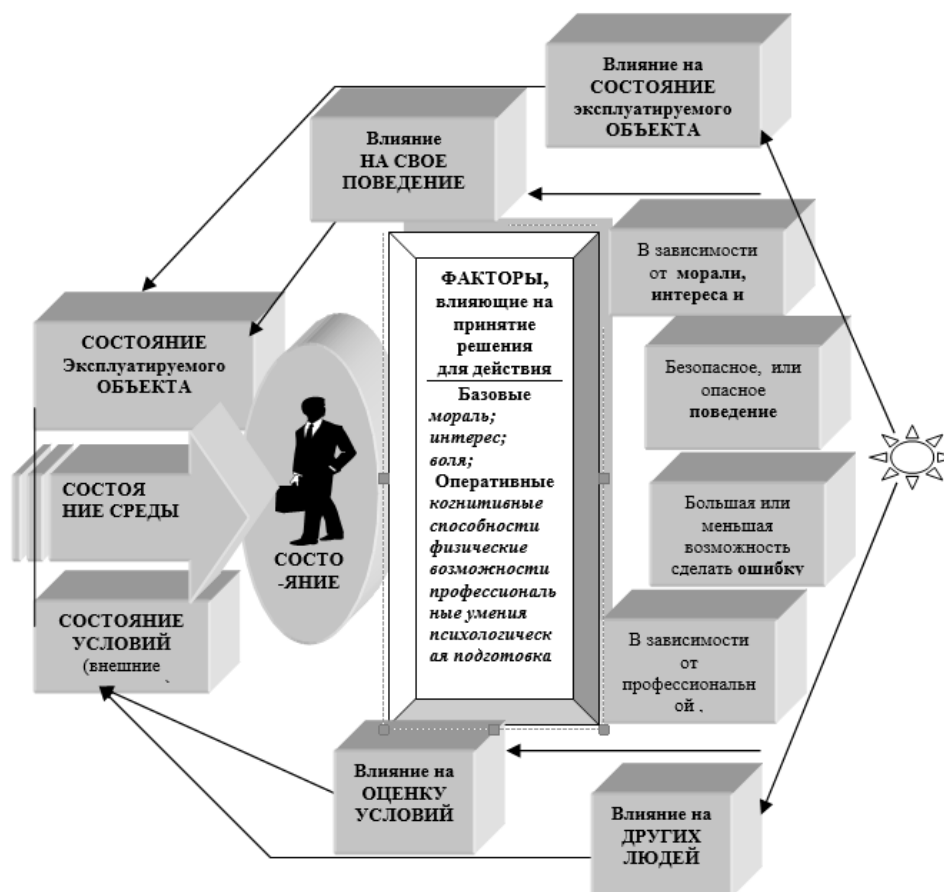


Рисунок – Влияние человеческого фактора на безопасность и успешность профессиональной деятельности

Состояние максимальной безопасности невозможно достичь без высоких профессиональных результатов. Для их достижения необходимо, чтобы у человека:

- интерес к профессии был большим и он должен приводить к активности;
- проявление волевых качеств должно быть постоянным и должно приводить к упорному стремлению осуществления поставленной цели;
- ценностная установка была подкреплена разносторонними знаниями, качествами, опытом, культурой, верой.

Ключевые факторы достижения успеха и обеспечения максимальной безопасности человеческих действий в транспортной сфере – это, активность, упорство и соединение морали со знаниями и опытом.

Ценностное развитие (от лат. *moralis* – нравственный) – это процесс, посредством которого у человека происходит восприятие ценностных норм добра и зла. В зависимости от того, в чём усматривалось основание морали, все имеющиеся в истории этики учения можно отнести к двум типам. Первый включает теории, выводящие нравственные требования из действительности человеческого бытия. В теориях другого типа основанием морали считается некоторое безусловное и внеисторическое начало, внешнее по отношению к бытию человека.

Проблема состоит в том, что нормы и критерии добра и зла сейчас основаны на различных субъективных, религиозных, классовых, идеологических и пр. соображениях, связанных с существующим общественным строем или со статусом отдельных категорий людей. С другой стороны, многие исследователи доходят до вывода, что ценности различных культур мира, в глубине своей, практически одни и те же. Учитывая этот факт, понятие „ценности“ предлагается рассматривать в контексте его универсального, основополагающего и для человека, и для природы смысла. Подлинные ценности можно найти в самой природе, а показатели для справедливой ценностной оценки можно извлечь из того, в какой степени

человеческое поведение соответствует существующим принципам устройства Вселенной (например, принципам единства и взаимосвязи всего существующего, созидания и творчества, гармонии, эволюции, информационности, иерархичности, преемственности, динамичности, свободной воли, превентивности и др.).

Только человек, понимающий принцип единства, взаимосвязанности и, в тоже самое время, права на дифференциации всего существующего, может иметь такие ценностные качества, как широту взглядов, альтруистичность, принципиальность, постоянство, любовь к природе, гуманизм, жизнелюбие, уважение к уникальности всего сущего, уважение к индивидуальности людей и др. Понимание принципа свободы приводит к свободолюбию, признанию равнопоставленности, уважению к свободной воли других людей и т. п. Понимание принципа созидания и разрушения приводит к проявлению созидательности, творчества, служении добру, большей результативности и др. Осмысление принципа гармонии приводит к принятию таких ценностей, как гармоничность; уравновешенность бесконфликтность, неотрицание, неагрессивность, тактичность, дипломатичность.

С принципом приемственности связаны такие ценностные качества, как уважение к традициям, уважение к опыту, уважение к истории, уважение к чужим достижениям, обучаемость и др. С принципом изменчивости и развития (склонность к развитию и саморазвитию, развитость чувства добра, отсутствие консерватизма, восприятие других точек зрения и др.). С принципом достаточности (умеренность, экономность, расчетливость, склонность к подстраховке и др.). С принципом превентивности (прогностичность, способность к заблаговременной подготовки, способность к поддержанию постоянной готовности, способность к перестраховке безопасности и др.). С принципом неодинаковых возможностей (милосердие, сострадание, смирение (в отличии от примирения), независтничество, компромиссность, уступчивость, благородство и др.) и т. д. В подобном контексте нравственным можно назвать поведение человека, осуществляемое в соответствии с этическим содержанием существующих природных законов, а безнравственным поведением будет такое поведение человека, которое ему противоречит.

Глобальная ценностная проблема современного человека – это не то, что он делает, а как (в соответствии с природными принципами и законами или против них) это делает?

Неизбежно возникает вопрос об объективности ценностной оценки. В этом плане анализы показывают, что ценностная оценка должна быть направлена к непосредственным последствиям результатов действия (ожидаемых или реализованных). Она должна базироваться на максимально объективной системе универсальных (для человека и природы) ценностей и контролироваться обществом средствами духовного контроля.

Анализ показывает, что только небольшое количество из используемых сейчас показателей ценностной оценки пригодно для экспертизы человеческого поведения. Оценка по подобным показателям очень сложна, субъективна и, в конечном итоге, некорректна. Исходя из этого, для решения проблемы ценностной оценки предлагается новый подход, базирующийся на том факте, что большая часть известных критериев ценностной оценки соответствует по смыслу глобальным ценностным критериям оценки человеческих действий. Такими ценностными критериями могут быть: *отношение человека к природе* (природосоответствие) и *отношение человека к людям* (гуманность) [1-5].

Такой подход является целесообразным, потому что сосредотачивает ценностную оценку на этих двух самых важных аспектах человеческого существования, значительно сокращает количество использованных показателей и упрощает дальнейшую методику оценки. Единственным способом компенсировать неизбежную субъективность ценностной оценки, является сопоставление экспертных оценок с общественной оценкой природосоответствия и гуманности. Этот факт предполагает подчинения процесса ценностной оценки еще одному (третьему) критерию – *отношению общества (коллектива) к человеку* (коллективная оценка).

Критерии природосоответствие, гуманность и коллективная оценка могут обеспечить только оценку ценностного характера человеческих действий. Но для полноценной

эффективной оценки влияния человека на безопасность его деятельности необходимо также вместе с ними учесть его профессионализм, проявленный интерес, выражающийся в инициативности, неординарности, гибкости подхода, его психо-физиологическую готовность и силу его воле, выражающаяся в его активности и упорстве.

В конечном итоге сделанный ситуационный анализ и наблюдения приводят к недвусмысленным *выводам*, что есть мощные устойчивые поведенческие характеристики, которые не зависят от momentного состояния транспортных специалистов, конкретных условий и продолжительности работы. И в нормальных, и в экстремальных условиях, фундаментальными факторами, предопределяющими поведение человека, являются ценности, интерес и воля. Уровень профессиональной подготовки и психофизиологические состояния каждого специалиста могут повлиять в определенной степени на его возможности, но безопасность действий всегда будет обусловлена ценностным соответствием его профессиональной мотивации и силы воли.

Пропуски в проведении профессиональной, психологической и физической подготовки могут приводить к ошибочным оценкам или принятию ошибочных решений, но ошибку из-за отсутствия интереса и воли к нравственным действиям допустить нельзя. При отсутствии интереса и воли к нравственным действиям все поведение транспортного специалиста является небезопасным, и поэтому только система обучения, в основе которой лежит воспитание этих ценностных аспектов человеческого поведения, является гарантом безопасности будущей профессиональной деятельности.

Перечисленные выше факторы лежат в основе безопасности деятельности любой транспортной компании и любой транспортной институции. Зная границы их проявления и конкретизируя их для каждого транспортного средства и компании, можно оценивать допустимый уровень безопасности человеческих действий, несмотря на momentные проблемы, трудности и состояния. На основе исследования человеческого поведения можно провести коррекцию существующих кодексов, методик и инструкций, охватывая различные аспекты данной профессиональной сферы. Степень прогнозируемости и нормирования каждого из воздействующих базовых и оперативных факторов достаточно высокая, а методология их тестирования может объединить уже существующие подходы и методики, с учетом специфики каждой профессиональной деятельности.

Список литературы

1. Маринов М.Л. Человеческий фактор в проблеме безопасности профессиональной деятельности. – СПб.: СЗИП СПГУТД. – 2010. – 190 с.
2. Маринов М.Л., Скороходов Д.А., Стариченков А.Л., Артомонов В.С., Звонов В.С., Уткин Н.И. Безопасность водного транспорта и человеческий фактор. – СПб.: ПБУГПС МЧС РФ. – 2011. – 251 с.
3. Шаталова Н.В. Государственное регулирование развития системы магистральных автомобильных дорог: экологический аспект // Правовые проблемы охраны окружающей среды. – СПб.: СПбУ МВД России. – 2008. – С. 143-148.
4. Aronson E., Wilson T.D., Akert R.M. Social Psychology: The Heart and the Mind. – New York: Harper Collins. – 1998. – Pp. 18-25.
5. Marinov M., Zvonov V., Chumachenko A.I. Professional Training Optimization System with a glance to Basic and Operative Factors of human behavior Safety // WCCEE 2010 – 12th IACEE World Conference Continuing Engineering Education. National University of Singapore – 2010. – Pp. 285-293.
6. Reiss S., Levitan G.W., McNally R.J. Emotionally disturbed, mentally retarded people: An undeserved population // American Psychologist. – 1982. – Vol. 37. – Pp. 12-23.

РОЛЬ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В ЭКОЛОГИЗАЦИИ ТРАНСПОРТА

Панько Юлия Владимировна – кандидат экономических наук, доцент, и.о. заведующая кафедрой экономической теории и менеджмента

ФГАОУ Российская открытая академия транспорта ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта»

Аннотация. В работе рассматриваются причины низких темпов экологизации транспортной отрасли: раскрывается понятие экологизации и содержание подхода по внедрению «зеленых технологий». А также устанавливается взаимосвязь между темпами развития экологичных технологий в транспортной отрасли и состоянием транспортной инфраструктуры. Выявляется значение и делается вывод о высокой роли транспортной инфраструктуры для ускорения реализации экорешений на транспорте и экологизации транспортной отрасли.

Ключевые слова: экологизация, зеленые технологии, транспорт, транспортная инфраструктура, электротранспорт, эоинновации, беспилотные технологии.

THE ROLE OF TRANSPORT INFRASTRUCTURE IN THE GREENING OF TRANSPORT

Panko Iuliia V. – PhD in economics, associate Professor, acting Head of the Department of the Economic Theory and Management Department

Russian open Academy of Transport the Russian University of Transport (MIIT)

Abstract. The paper examines the reasons for the low rates of greening of the transport industry: the concept of greening and the content of the approach to the introduction of «green technologies» are revealed. It also establishes the relationship between the pace of development of environmentally friendly technologies in the transport industry and the state of transport infrastructure. The significance is revealed and the conclusion is made about the high role of transport infrastructure to accelerate the implementation of eco-solutions in transport and the greening of the transport industry.

Keywords: ecologization, green technologies, transport, transport infrastructure, electric transport, eco-innovations, unmanned technologies.

По мере того, как человечество совершенствует среду своего обитания, подгоняя природные естественные условия под желаемый уровень комфорта и потребности, экологические проблемы становятся все более острыми. Подтверждением тому являются уже многократно озвученные изменения климата и вызываемые этим стихийные бедствия, которые происходят всё чаще, уменьшение озонового слоя и парниковый эффект, рост техногенных катастроф, а также увеличение числа людей, имеющих различные онкологические, сердечно-сосудистые, аллергические и иные хронические заболевания. Нагрузка на окружающую среду возрастает как в результате расширения промышленности, так и вследствие роста количества транспорта и увеличения объемов сжигания топливно-энергетических ресурсов, а также и в результате нерационального потребительского отношения человека к окружающей среде. В настоящее время проблема потребности в инновациях становится все больше, она является глобальной и носит всеобщий характер. Необходимость перехода от классической экономики к «зеленой», создание и внедрение экоинноваций в обычную жизнь уже невозможно игнорировать в силу сложившейся

экологической ситуации в мире. В этой связи проблема экологизации не утрачивает свою актуальность уже несколько десятков лет.

Экологизация подразумевает последовательное внедрение идей сохранения природы и окружающей среды во все аспекты жизнедеятельности общества, начиная с формирования экологически ответственного поведения отдельного человека и до разработки экологических норм в законодательстве, управлении, промышленности, экономике, системе образования, а также в таких инновационных областях, как космическая деятельность человека. И несмотря на то, что термин «экологизация» осуществляется достаточно давно и отражает процессы проникновения принципов экологического поведения в различные сферы жизнедеятельности человека, разрушение природных экосистем – уже не просто возможная перспектива, а реальная действительность. Таким образом, необходимо признать, что усилия, направленные на формирование экологического поведения, пока являются недостаточными. В настоящее время обществом в достаточной мере осознаны масштабы экологического вреда и негативных последствий деструктивного воздействия человека на природу. На этом фоне в последние десятилетия на повестке всё более остро ставится вопрос экологизации промышленности и в особенности такой отрасли, как транспорт, а также всемерное внедрение «зеленых технологий».

Получивший распространение термин «зеленые технологии» является обобщающим понятием, описывающим различные промышленные и логистические решения, позволяющие достигать экономических результатов и удовлетворения потребностей общества при минимизации экологического ущерба. Внедрение «зеленых» инноваций представляет собой важную задачу для «не зеленых» компаний, которые хотят добиться улучшения состояния окружающей среды с учетом своей конкурентоспособности, поскольку это часто требует приобретения новых ресурсов и компетенций, которые значительно отличаются от их существующих компетенций [1-4]. Помимо непосредственных технологических решений, направленных на сокращение вредных выбросов, применение альтернативных источников энергии, повышение эффективности сельскохозяйственной деятельности, в это понятие необходимо включить и широкую область научных исследований в указанных областях, а также инновационную деятельность. Эко-инновации представляют собой перспективное направление инновационной трансформации транспортной и других отраслей промышленности. Различными организациями и исследователями в данной области представлены различные определения, классификации, различные сферы разработок, производства и эксплуатации зеленых технологий, которые расширяются со временем. Общими признаками, которые фигурируют в любой классификации или определении, являются экологическая безопасность зеленых технологий и их инновационный характер [5-7]. Может быть сформулировано следующее общее определение эко-инноваций: «эко-инновации – это инновации, которые направлены на сбережение окружающей среды от вредного воздействия путем минимизации использования природных ресурсов и выбросов вредных веществ».

Экологические инновации выступают не только инструментом для сохранения и поддержания природных ресурсов и экологии в целом, но при разумном и обоснованном использовании также являясь современным, надежным и в то же время очень результативным инструментом, который содействует повышению экономического благосостояния страны и уровня конкурентоспособности в целом [1].

В промышленности к числу прорывных технологий, направленных на улучшение экологии, следует отнести создание производственных комплексов замкнутого цикла, использование которых обеспечивает мультипликативный эффект за счет снижения вредных выбросов в окружающую среду, повышения доли перерабатываемых отходов, замены технологий, основанных на получении энергии путем сжигания топливных ресурсов, на экологически безвредные источники солнечной, ветряной энергии и использование вторичного сырья [3].

Одной из отраслей, находящейся на острие экологических проблем, является транспорт, который играет важную роль с давних времен и на протяжении своего существования совершенствуется и улучшается. В нашем мире значение транспорта невозможно переоценить. В двадцатом веке научно-технический прогресс с урбанизацией и приростом населения вывели развитие транспортных средств на новый уровень. Но с движением прогресса образовался ряд проблем, вызванных развитием транспортных технологий, главной из которых стало негативное влияние транспорта на окружающую среду, что и привело к ухудшению экологической обстановки на планете. Сама добыча и переработка исходного сырья, используемая для производства горючего, бензина и дизельного топлива, также наносит большой ущерб природе [8]. В результате экологические вопросы по использованию транспортных средств вышли на первый план. Совокупность перечисленных факторов обуславливает особую актуальность внедрения инноваций и «зеленых» технологий на транспорте.

Экологизация на транспорте находит отражение в реализации концепции «чистого воздуха» за счет расширения применения электротранспорта, минимизации использования личного транспорта и расширения возможностей общественного транспорта. Электрификация транспорта позволяет не только значительно сократить вредные выбросы в атмосферу и снизить уровень городского шума, но и ведет к изменениям в технологиях производства транспортных средств – количество запчастей и деталей в электромобилях почти на треть меньше, чем в традиционном бензиновом авто, а значит, будет сокращена часть вредных выбросов и в промышленности. Также можно ожидать удешевления обслуживания такого транспорта в процессе его эксплуатации, в том числе и за счет более низкой цены за электроэнергию по сравнению с затратами на топливо для двигателя внутреннего сгорания [4]. Хотя необходимо сказать и о недостатках такого транспорта – высокой себестоимости производства (представляется, что данная проблема может быть устранена за счет эффекта масштаба производства при росте спроса на электромобили и расширении производства, а также в процессе поиска инновационных решений). Гораздо более существенным недостатком является долгая зарядка аккумуляторных батарей и небольшой запас хода, что требует создания специально оборудованных мест для возможности быстрой подзарядки электротранспорта. И следует отметить, что для активно внедряемых электробусов (а также и для водных электросудов) данная задача решается достаточно успешно.

Казалось бы, в целом экологизация транспорта идет успешно и полным ходом, однако современная среда обитания человека представляет собой сложную техногенную систему с большим количеством взаимосвязанных элементов, а потому решение экологических проблем в отдельно взятом звене (например, на транспорте) не может быть достигнуто, необходим комплексный подход. В частности, фактором, сильно замедляющим переход к экологическому электротранспорту, является транспортная инфраструктура, которая представляет собой широкую совокупность различных объектов, сооружений, технологических комплексов, предприятий, механизмов, информационных средств и коммуникаций, инженерного оборудования и т.п., способствующих выполнению основной задачи транспорта – выполнению перевозок грузов и пассажиров.

В контексте данной статьи и во взаимосвязи с электротранспортом, более подробно следует остановиться на той части транспортной инфраструктуры, которая необходима при эксплуатации электромобилей. В первую очередь, речь идет о зарядных станциях, что влечет включение в транспортную инфраструктуру новых видов электрооборудования с последующим обеспечением их комплектации, эффективной эксплуатации, ремонтами и техобслуживанием. Можно предположить, что проблема глубже, чем только техническое решение задачи обеспечения условий эксплуатации электротранспорта. Помимо прочего, здесь требуется и значительное переоборудование парковок и стоянок транспорта, оснащение их достаточным числом скоростных зарядок или зарядных станций для электромобилей в количестве, пропорциональном возрастающему числу электрокаров.

Переход на электромобили обуславливает необходимость создания дополнительной зарядной инфраструктуры в жилом секторе, в том числе, переоборудования имеющихся парковок и подземных паркингов, стоянок возле супермаркетов и в торговых центрах, а также в бизнес-центрах и вблизи офисных зданий и социально-значимых объектов. В сфере строительства новых зданий необходимо включить в стандарты сдаваемых объектов наличие зарядных станций для электротранспорта. При массовом переходе на электрический транспорт потребуется значительное переустройство имеющихся внутридомовых систем электроснабжения из-за повышенных нагрузок потребления электричества. В масштабе городов это потребует пересмотра загрузки всей системы городского электроснабжения, дополнительных работ по установке электроподстанций, прокладке питающих и распределительных линий и электроприемников, перераспределения нагрузки между электроснабжающими организациями. Таким образом, проблема неразвитости транспортной инфраструктуры перестает быть только транспортной и выходит на уровень необходимой перестройки части обеспечивающей городской инфраструктуры в целом. Немаловажной является и задача перестройки гражданского поведения – требуется внесение необходимых поправок в ПДД и в сам процесс обучения в автошколе, также требуется разработка новых дорожных знаков, отражающих особенности использования электротранспорта. Также не следует забывать и об экономической составляющей: нужны разработка новых тарифов потребления электроэнергии, учитывающая расходы на зарядку электромобилей и разницу в скорости и объемах зарядки. Между тем, есть безусловное понимание, что социальные и экономические аспекты являются вторичными на фоне решения главной задачи – создания среды обитания, учитывающей технические потребности, связанные с эксплуатацией электротранспорта.

Прогнозируя дальнейшее развитие цифровой среды и научно-техническое развитие информационных технологий, можно с уверенностью предположить, что использование электротранспорта не ограничится только электрокарами [6]. Также следует сказать и о развитии беспилотных технологий, которые основываются на цифровых и информационных решениях; отсутствие водителя в беспилотном транспортном средстве обуславливает отказ от станций заправки и замену жидкого горючего топлива на электричество. Можно ожидать расширения применимости беспилотных технологий и на уровне индивидуального использования. И в любом случае, краеугольным вопросом является создание среды, в которой будет обеспечена доступность использования экологичных технологий, в том числе и за счет перестройки и совершенствования транспортной инфраструктуры.

Проведенные опросы выявляют, что пока жители городов не готовы отказаться от личного транспорта на двигателе внутреннего сгорания. И вероятной причиной этого являются не только и не столько недостатки самих электромобилей, но и неготовность транспортной инфраструктуры к повсеместному использованию личного электротранспорта. Таким образом, можно сказать, что недостаточное внимание к совершенствованию транспортной инфраструктуры в части развития электротранспорта сегодня является существенной проблемой, замедляющей экологизацию транспортной отрасли.

Список литературы

1. Беляева Е.А. Экологические инновации как направление развития рынка экологических товаров и услуг в концепте «зеленой» экономики // Московский экономический журнал. – 2020. – № 11. – С. 8.
2. Болдырева Т.В. Проблемы и перспективы развития транспортного сектора России // Управление бизнесом и вызовы цифровой экономики: Материалы III всероссийской (национальной) научно-практической конференции. – Саратов: Общество с ограниченной ответственностью «Амирит». 2023. – С. 21-25.
3. Комов М.С. Проблемы развития инновационной деятельности промышленных предприятий // Необходимость, возможность и факторы развития инновационной экономики:

материалы Международной научно-практической конференции. – М.: Общество с ограниченной ответственностью «Амирит». – 2020. – С. 45-49.

4. Латышева Н.А., Шведов Л.А., Абабко А.А. Информатизация общества и информационные технологии как фактор конкурентоспособного развития российских предприятий // Проблемы современной экономики: материалы VIII Международной научной конференции. – Казань: Молодой ученый. 2018. – С. 1-3.

5. Мьялина Н.Ж. Принципы и подходы к цифровой логистике в сфере транспортных услуг // Искусственный интеллект и цифровизация современного социально-экономического пространства: коллективная монография. Глава 6. – Саратов: Общество с ограниченной ответственностью «Амирит». 2022. – С. 70-81.

6. Панько Ю.В. Анализ условий управления транспортно-логистическими потоками в цифровой среде // Актуальные проблемы современного транспорта. – 2023. – № 2(12). – С. 67-75.

7. Транспорт России: проблемы и перспективы – 2020: материалы Юбилейной международной научно-практической конференции. – СПб.: ИПТ РАН. – 2020. – Т. 1. – 394 с.

8. Холикова Н.Н. Роль государства в регулировании внедрения инноваций и «зеленых» технологий на транспорте // Экономика и государство: эффективное управление и развитие: сборник статей. – М.: ООО «МАКС Пресс». 2022. – С. 345-353.

УДК 504.75.06

СОВРЕМЕННЫЕ ПУТИ РАЗВИТИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ СВЯЗИ АРКТИЧЕСКИХ СПАСАТЕЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ МЧС РОССИИ

Третьяков Александр Анатольевич – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник отдела перспективных разработок и инновационных технологий в НИИ перспективных исследований и инновационных технологий в области безопасности жизнедеятельности

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева

Аннотация. В работе рассмотрены наиболее важные направления организации связи при проведении аварийно-спасательных работ в сложных климатических условиях, в частности, в Арктической зоне Российской Федерации (АЗРФ). Представлено развитие и использование коммуникационных технологий и систем связи для обеспечения деятельности арктических центров МЧС России, а также возможности существующей в труднодоступной Арктике инфраструктуры, включающей полярные станции, научные базы и стационары, ледоколы, научно-экспедиционные суда с вертолетными площадками.

Ключевые слова: радиосвязь, спасательные подразделения, Арктика, радиостанция, полярные станции, оборудование, передача данных, местоположение, поисково-спасательные операции, испытания.

MODERN WAYS OF DEVELOPMENT AND USE OF THE COMMUNICATION SYSTEM OF ARCTIC RESCUE CENTERS OF THE EMERCOM OF RUSSIA

*Tretyakov Alexander A. – Ph.D., Leading Researcher of the Department of Advanced Developments and Innovative Technologies at Life Safety Research Institute
St. Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia*

Abstract. The work examines the most important areas of organizing communications during emergency rescue operations in difficult climatic conditions, in particular, in the Arctic zone of the Russian Federation (AZRF). The development and use of communication technologies and communication systems to support the activities of the Arctic centers of the Russian Ministry of Emergency Situations, as well as the capabilities of the existing infrastructure in the hard-to-reach Arctic, including polar stations, scientific bases and hospitals, icebreakers, scientific expedition vessels with helipads, are presented.

Keywords: radio communications, rescue units, Arctic, radio station, polar stations, equipment, data transmission, location, search and rescue operations, testing.

Налаженная и надежная связь в специфических условиях жизнедеятельности в Арктике является важным фактором, обеспечивающим оперативность и эффективность спасательных операций. Спасение людей в случае непогоды на зимниках (дорогах, проложенных по снегу и льду), спасение и обеспечение выживания терпящих бедствие рыбаков, охотников и туристов в условиях зимней тундры затруднительно без налаженной и надежной связи. Важное значение в условиях АЗРФ имеет дальность радиосвязи, которую определяют два фактора: условия распространения радиоволн определенного диапазона и технические характеристики используемого оборудования [1]. Поэтому в настоящее время арктические спасательные подразделения МЧС работают в основном в двух диапазонах: СВ и КВ.

Прибывая на место происшествия, спасатели организывают базовый лагерь прямо в тундре с базовой коротковолновой радиостанцией для связи с местом базирования Центра и абонентскими коротковолновыми радиостанциями, мобильными УКВ радиостанциями для организации канала связи и оповещения между спасателями. Одна из антенн мачт базовых радиостанций используется для подъема электроосветительной лампы, что важно в ночной тундре. При планировании и организации связи в Северных условиях предусматривают целый ряд действий, включая обеспечение связи одновременно в КВ и УКВ диапазонах; заземление антенных устройств в период сильных магнитных возмущений и бурь; защиту антенн от сильного ветра, надежное крепление антенно-мачтовых устройств в снегу и на льду; применение антенн направленного действия, организацию ретрансляционных и переприемных пунктов; использование транспортных средств, в том числе базовых повышенной проходимости в арктическом варианте исполнения и т.д. в зависимости от ситуации.

Однако существующие средства связи ультракоротковолнового и коротковолнового диапазонов в экстремальных арктических условиях требуют существенной доработки. Ориентация на применение только радиостанций КВ диапазона в принципе не может обеспечить в высоких широтах 100% связь.

Для государственных структур, в том числе и МЧС, приоритетом является создание ресурса персональной мобильной спутниковой связи. Но из-за технических особенностей распространения радиоволн в полярной среде спутниковая связь не всегда надежна, поэтому общегосударственное значение имеет восстановление и развитие сети КВ-связи. Такая связь является важным инструментом управления государственными структурами Крайнего Севера. Использование КВ-связи имеет практическое значения для обеспечения организации деятельности арктических спасательных центров МЧС и эффективного ведения спасательных работ подразделениями ФПС МЧС России [2].

Что касается спутниковой связи, в настоящее время отмечается, что относительно полноценно в Арктическом регионе действует только система Iridium [3]. Но Iridium – система персональной связи с очень ограниченными по пропускной способности возможностями. Перспективным путем совершенствования связи для обеспечения деятельности спасательных центров АЗРФ представляется использование входящих в труднодоступные местности полярных станций, ледоколов, научных экспедиций, научных баз. Но это требует решения комплекса проблем – нормативных, логистических и технических по взаимодействию с организациями Росгидромета, Минтранса, Минобороны и т.д. Такое взаимодействие должно

быть ориентировано на связь в удаленных районах АЗРФ, на координацию и обмен опытом во время экспедиций и проведения спасательных операций и т.д. Сегодня полярные станции и спасательные подразделения в Арктике работают в основном в 2-х диапазонах – СВ и КВ. Но, как отмечено выше, ориентация на применение только радиостанций КВ диапазона в принципе не может обеспечить в высоких широтах 100 % связи, а стоимость радиостанции СВ диапазона очень высока.

В перспективном плане представляют интерес комплексы связи, разрабатываемые для вооружения военных арктических подразделений, например, радиостанции «Азарт», которые уже несколько лет поступают на вооружение российских военных. Они обеспечивают передачу данных со скоростью до 7,2 кбит/с, позволяют определять координаты ГЛОНАСС/GPS с точностью 25 м по широте и долготе и 40 м по высоте, непрерывно работают от одной аккумуляторной батареи 6 – 12 часов [4].

Мощным инструментом является спутниковая связь VSAT, которая есть на полярных станциях с большой программой наблюдений, обеспечивающая высокоскоростной доступ в Интернет, круглосуточную телефонную связь и приём программ российского спутникового телевидения в высоких широтах. ФГУП «Космическая связь» активно занимается реализацией проектов предоставления услуг связи и вещания на морских судах с использованием технологии VSAT. Созданная в ГП КС уникальная сеть спутниковой связи позволяет обеспечить предоставление услуг связи и вещания на всем протяжении маршрута Северного морского пути, в акваториях Балтики и Дальнего Востока. На рисунке 1 представлен мобильный VSAT, на рисунке 2 – охват VSAT на спутнике Ямал.



Рисунок 1 - Мобильный VSAT – комплекта



Рисунок 2 – Охват VSAT на спутнике Ямал 402

Связь в северных широтах обеспечивает и отечественная система «Гонец», однако она, в настоящее время, служит лишь для организации передачи данных. На рисунке 3 показана схема получения сигнала о ЧС с использованием системы «Гонец» [5].

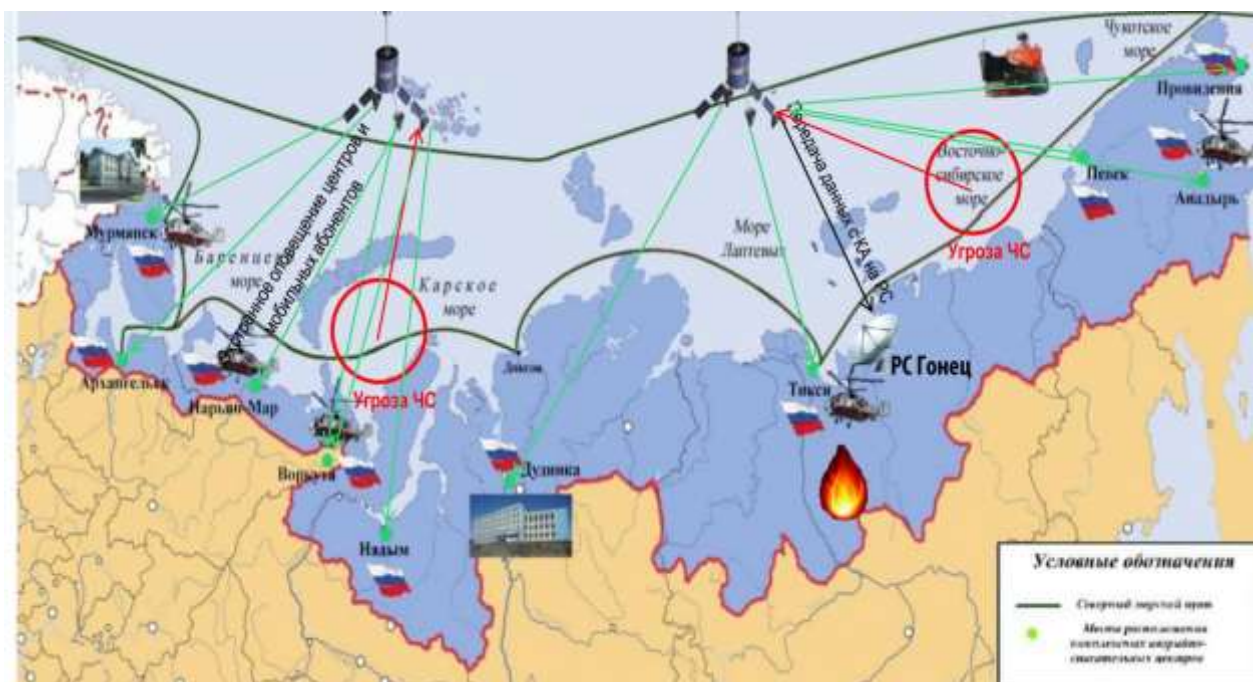


Рисунок 3 – Получение сигнала о ЧС с использованием системы Гонец

Для использования в арктических условиях в целях безопасности самих спасателей представляет интерес комплект «Стрелец», оборудованный системой ГЛОНАСС с целью обнаружения заблудившихся в условиях метели. В состав комплекта входит в том числе и браслет для определения местоположения человека (рис. 4), позволяющий запеленговать сигнал на расстоянии до 50 км.



Рисунок 4 – Браслет для определения месторасположения человека

Обеспечение спасательных работ требует постоянной информация от гидрографической и гидрометеорологической службы и получение данных океанографических исследований, своевременной информации о рисках шторма, ветровых

волнений, появления айсбергов и т.д. Сейчас по спутниковым данным идет слежение за положением кромки льда и развитием ледовых процессов, и разрушением берегов. Роскосмос создает несколько центров по приему и обработке данных с аппаратов дистанционного зондирования земли с целью содействия освоению Арктики.

Таким образом, одной из приоритетных задач обеспечения поисково-спасательных операций в Арктике представляется развитие коммуникационных технологий и систем связи. В то же время возможности существующей в труднодоступной Арктике инфраструктуры, включающей полярные станции, научные базы и стационары, ледоколы и научно-экспедиционные суда с вертолетными площадками, могут быть использованы для обеспечения деятельности арктических центров МЧС. Для этого потребуются решение комплекса нормативных, логистических и технических проблем.

Список литературы

1. Технологии проведения поисково-спасательных работ / Информационная система. – [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.asmp.krasn.ru/> (дата обращения: 24.10.2023).
2. Арктика / Связь на Русском Севере. [Электронный ресурс]. – URL: www.связьнасевере.рф/pressa/arktika.pdf/ (дата обращения 24.10.2023).
3. Единая информационная система над Арктикой. – Режим доступа: <http://www.tesscom.ru/news/index/> (дата обращения 24.10.2023).
4. Выгонский Ю. Г., Кузовников А. В., Головков В. В. Анализ возможности создания системы спутниковой связи для обслуживания Арктического региона // Спутниковые технологии и бизнес. Специальное приложение журнала «Connect. Мир информационных технологий». – 2014. – № 5. – С. 24-30.
5. Спутниковая связь в Арктике. [Электронный ресурс]. – URL: <https://utro.ru/news/2017/06/29/1332037.shtml/> (дата обращения 24.10.2023).

УДК 623.437

СОВРЕМЕННЫЕ ПУТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАЩИЩЕННОСТИ СПЕЦИАЛЬНОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ МЧС РОССИИ В КРИТИЧЕСКИ ОПАСНЫХ РАЙОНАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Третьяков Александр Анатольевич – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник отдела перспективных разработок и инновационных технологий в НИИ перспективных исследований и инновационных технологий в области безопасности жизнедеятельности

Папырин Владимир Владимирович – кандидат юридических наук, начальник отдела перспективных разработок и инновационных технологий в НИИ перспективных исследований и инновационных технологий в области безопасности жизнедеятельности, полковник внутренней службы

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева

Аннотация. В работе рассмотрены основные вопросы проектирования дополнительной броневой защиты элементов кабины, шасси и кузова транспортных средств специального назначения аварийно-спасательных подразделениях МЧС России. Описываются вопросы обеспечения безопасности личного состава как транспортных, так и пожарных машин, и оборудования на критически опасных объектах использования, а также в районах проведения специальных операций. Анализируются различные аспекты проектирования, включая выбор материалов, конструкцию и установку дополнительной брони, а также

рассматриваются основные преимущества и ограничения различных подходов к проектированию броневой защиты спецмашин МЧС России.

Ключевые слова: дополнительная броневая защита, транспортные средства специального назначения, проектирование, защищенность, испытания.

MODERN WAYS TO ENSURE THE SECURITY OF SPECIAL AUTOMOTIVE EQUIPMENT OF THE MINISTRY OF EMERGENCY SITUATIONS OF RUSSIA IN CRITICALLY DANGEROUS AREAS OF USE

Tretyakov Alexander A. – Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher of the Department of Advanced Developments and Innovative Technologies in the OBZH NIPI

Papyrin Vladimir V. – Candidate of Law, Head of the Department of Advanced Developments and Innovative Technologies in the OBZH NIPI, Colonel of the Internal Service

St. Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia

Abstract. *The paper considers the main issues of designing additional armor protection elements of the cab, chassis and body of special purpose vehicles in emergency rescue units of the Ministry of Emergency Situations of Russia. The issues of ensuring the safety of personnel, both transport and fire engines, and equipment at critically dangerous objects of use, as well as in areas of special operations are described. Various aspects of design are analyzed, including the choice of materials, the design and installation of additional armor, and the main advantages and limitations of various approaches to the design of armor protection of special vehicles of the Ministry of Emergency Situations of Russia are also considered.*

Keywords: *additional armor protection, special purpose vehicles, design, security, testing additional armor protection, special purpose vehicles, design, security, testing.*

Локальные военные конфликты, которые разгораются в различных уголках мира, в том числе на Украине, подтверждают необходимость наличия в аварийно-спасательных подразделениях МЧС России транспортных средств специального назначения (ТССН) для действий в условиях враждебно настроенного населения и постоянной угрозы террористических атак.

ТССН – это особые виды транспорта, предназначенные для осуществления специальных функций и задач, которые не могут быть выполнены обычными автомобилями или другими средствами передвижения. Эти транспортные средства предназначены для использования в различных отраслях и сферах деятельности, таких как аварийно-спасательные операции, пожарная охрана, медицинская помощь, военная техника, обслуживание городской инфраструктуры и другие [1]. Они играют важную роль в обеспечении безопасности и эффективности выполнения специализированных задач, помогают улучшить и ускорить работу спасателей, медицинских работников и других профессионалов, поэтому, разрабатываются с учетом конкретных требований и обладают определенными характеристиками, которые позволяют им успешно справляться с поставленными задачами. Благодаря своим уникальным возможностям они также становятся незаменимым инструментом в решении различных задач в подразделениях МЧС России. Кроме того, автомобильная техника МЧС используется для перевозки сотрудников к зонам катастроф различного характера, в том числе техногенных или природных. Такой транспорт позволяет быстро развернуть оперативный штаб для проведения работ по ликвидации последствий чрезвычайных происшествий. Это значит, что каждый автомобиль МЧС должен быть надежным, проходимым и полностью соответствующим условиям эксплуатации и поставленным задачам, в том числе и в критически опасных районах использования и зонах проведения спецопераций.

Анализ зарубежных и отечественных источников подтверждает, что основным способом повышения эффективности ТССН в критически опасных районах использования и зонах проведения спецопераций является их защищенность. Дополнительная защита специальных автомобильных шасси и их экипажей, а также перевозимого личного состава от различных средств поражения становится все более актуальной задачей. Это позволяет обеспечить высокую степень живучести в том числе и ТССН во время выполнения аварийно-спасательных задач подразделениями МЧС. В рамках исполнения заказов от военного и правоохранительного ведомств РФ проводятся работы по улучшению техники, основанные на последних научных исследованиях и разработках в нескольких областях [2].

Первым этапом данной деятельности является разработка унифицированных модификаций колесных и гусеничных машин с бронированными кабинами и защитными экранами для важных компонентов.

Второе направление затрагивает усовершенствование не защищенных машин с каркасными кабинами, позволяющее установить на них локальные элементы защиты для экипажа, персонала и структурных элементов при необходимости.

Третье направление подразумевает создание съемных элементов для локальной защиты в серийном исполнении. По результатам исследований, съемная локальная броневая защита способна снизить риск потерь водителей, экипажа и персонала до 25 – 40 %, что соответствует данным боевого опыта применения подобных машин в боевых зонах.

Кроме того, для повышения выживаемости и бронезащищенности используются боестойкие шины и броневые панели, которыми оснащаются машины. Дополнительная броневая защита играет важную роль в обеспечении высокого уровня защиты кузова военной техники от различных видов угроз на поле боя. Традиционные бронированные конструкции могут быть усилены с использованием дополнительной брони, чтобы повысить их степень защиты [3].

Когда производится накладное бронирование, на внутренние элементы кузова автомобиля крепятся фрагменты брони, которые и создают пуленепробиваемый панцирь. Бронированные элементы могут быть из металла, керамики, арамидных тканевых матов или композитных материалов. Накладное бронирование защищает от выстрелов, но сложнее справляется с подрывами даже при условии использования высококачественных сертифицированных бронематериалов. Для того, чтобы ТССН защищали не только от пуль, но и от подрыва на фугасе, гранате или от безоболочного взрывчатого вещества, необходимо дополнительно укреплять бронезащитные элементы всех типов и видов единым каркасом, способным выдержать ударную волну – обязательную производную любого взрыва. В противном случае, даже задержав и отразив осколки, бронезащитные элементы под воздействием взрывной волны могут оторваться от внутренней части корпуса автомобиля, деформироваться и стать самостоятельными элементами поражения.

Проектирование дополнительной броневой защиты для защиты кузова ТССН является сложным заданием, требующим учета множества факторов. Выбор материалов, конструкция и установка дополнительной брони должны основываться на специфических требованиях и характеристиках каждого типа специальной автомобильной техники. Перед бронированием автомобиль полностью разбирается. Снимаются крылья, капот, двери, бамперы, накладки на стойки, демонтируется салон. От автомобиля остается скелет, то-есть только каркас его кузова. Затем с помощью технологии 3D-сканирования создается трехмерная модель кузова, на основе которого делается проект размещения бронестали и бронестекол. Такое проектирование позволяет учесть все труднодоступные места, смоделировать любую, даже самую мелкую деталь (рис. 1, рис. 2).

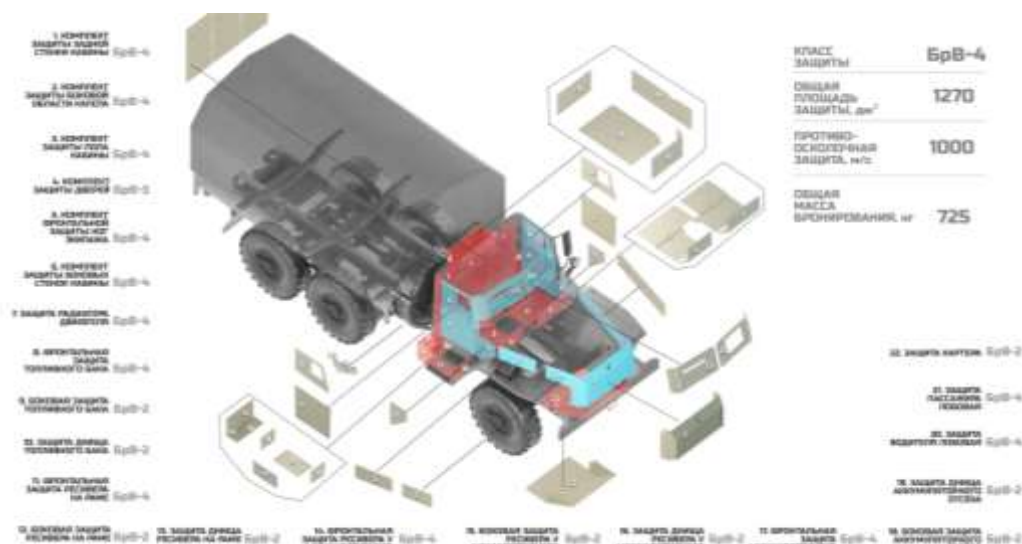


Рисунок 1 – Комплекты дополнительного бронирования для автомобилей Урал

Сохранение работоспособности внутреннего оборудования и, как следствие, технической боеспособности может быть обеспечено за счет снижения ударных нагрузок на данное оборудование и узлы его крепления. Наиболее критичными в этом плане являются узлы и агрегаты, закрепленные на днище машины или в пределах максимально возможного динамического прогиба днища при подрыве. Количество узлов крепления оборудования к днищу следует по возможности минимизировать, а сами эти узлы должны иметь энергопоглощающие элементы, снижающие динамические нагрузки. В каждом конкретном случае конструкция узлов крепления является оригинальной. В то же время, с точки зрения конструкции днища для обеспечения работоспособности оборудования следует уменьшать динамический прогиб (увеличивать жесткость) и обеспечивать максимально возможное снижение динамических нагрузок, передаваемых на узлы крепления внутреннего оборудования.

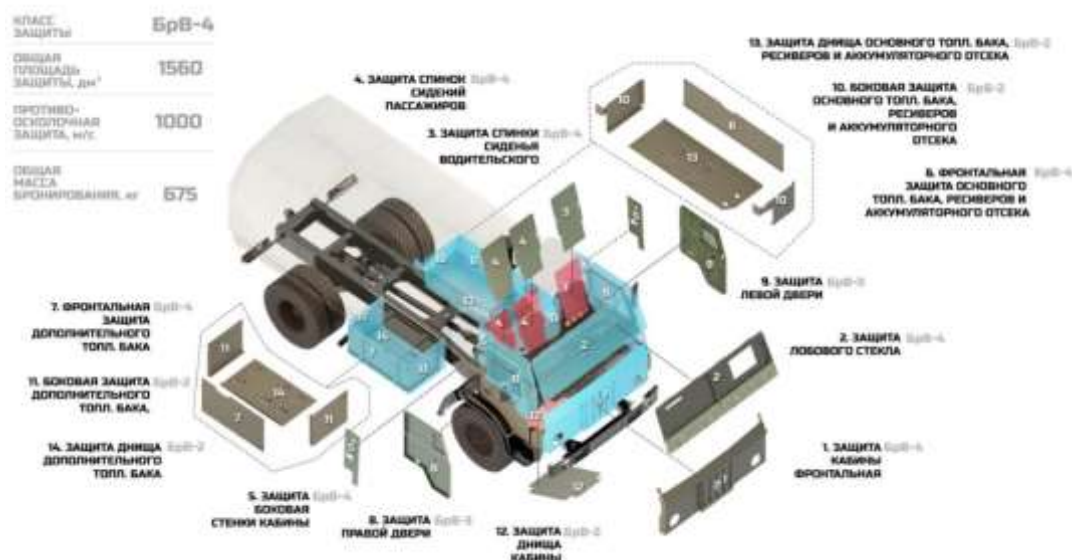


Рисунок 2 – Комплекты дополнительного бронирования для автомобилей КАМАЗ

Сохранение работоспособности экипажа может быть обеспечено при выполнении ряда условий [4].

Первым условием является минимизация динамических нагрузок, передаваемых при подрыве на узлы крепления кресел экипажа или десанта. В случае крепления кресел непосредственно на днище машины, на его узлы крепления будет передаваться практически вся энергия, сообщаемая этому участку днища, поэтому требуются чрезвычайно эффективные энергопоглощающие узлы кресел. Важно, что обеспечение защиты при большой мощности заряда становится сомнительным.

При креплении кресел к бортам или крыше корпуса, куда не распространяется зона локальных «взрывных» деформаций, обеспечивается передача на узлы крепления лишь той части динамических нагрузок, которые распространяются на корпус машины в целом. Учитывая значительную массу рассматриваемых машин, а также наличие таких факторов, как упругость подвески и частичное поглощение энергии за счет локальной деформации конструкции, ускорения, передаваемые на борта и крышу корпуса, будут сравнительно невелики.

Вторым условием сохранения работоспособности экипажа является, как и в случае внутреннего оборудования, исключение контакта с днищем при максимальном динамическом прогибе. Это условие может быть достигнуто чисто конструктивно, путем обеспечения необходимого зазора между днищем и полом обитаемого отделения. Повышение жесткости днища ведет к уменьшению данного необходимого зазора. Таким образом, работоспособность экипажа обеспечивается специальными амортизирующими креслами, закрепленными в местах, удаленных от зон возможного приложения взрывных нагрузок, а также путем исключения контакта экипажа с днищем при максимальном динамическом прогибе.

Общей чертой разрабатываемых современных машин является модульность большинства систем, в том числе защитных. Это позволяет адаптировать новые машины к предполагаемым условиям применения и, наоборот, при отсутствии каких-либо угроз избегать неоправданных затрат [5].

Конечным результатом дополнительной броневой защиты ТССН является оценка ее эффективности. Как правило, методами оценки эффективности дополнительной броневой защиты является проведение испытаний, моделирование взрывов и анализ повреждений, а также анализ компромисса между уровнем защиты и другими характеристиками, такими как маневренность и скорость.

Таким образом, по рассматриваемой проблеме можно сделать следующие выводы:

- для обеспечения защищенности ТССН аварийно-спасательных подразделений МЧС России требуется комплексный подход, включающий в себя как компоновочные, так и конструктивные, «схемные» решения, а также применение специального оборудования;
- образцы ТССН, имеющие высокую защищенность, уже созданы в вооруженных силах РФ и активно используются в современных конфликтах, что позволяет анализировать опыт их боевого применения и определять пути дальнейшего совершенствования их конструкции в структуре МЧС России.

Список литературы

1. Транспортные средства специального назначения. [Электронный ресурс]. – URL: <https://webmaster54.ru/baza/transportnye-sredstva-specialnogo-naznacheniya-chto-eto-takoe.htm/> (дата обращения 24.10.2023).
2. Балашов А.С.1, Ладанов В.И. К вопросу о повышении бронезащитности транспортного средства специального назначения ГАЗ-5903 // Международный научно-исследовательский журнал. 2015. [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-povyshenii-bronezaschennosti-transportnogo-sredstva-spetsialnogo-naznacheniya-gaz-5903/viewer/> (дата обращения 24.10.2023).
3. Самарин И.А., Русских П.П., Стрельцов Р.В. Основные вопросы проектирования дополнительной броневой защиты для защиты кузова военной техники // Исследования молодых ученых: материалы LXV Международной научной конференции. – Казань: Молодой

ученый. – 2023. – С. 218-221. [Электронный ресурс]. – URL: <https://moluch.ru/conf/stud/archive/499/18160/> (дата обращения 25.10.2023).

4. Балаганский И.А., Мержиевский Л.А. Действие средств поражения и боеприпасов. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2004. – 408 с.

5. Чистяков Е. Эффективность дополнительной защиты военной техники // Техника и вооружение. – 2017. – Вып. 2. – С. 2-12.

УДК 656: 7.08

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА КОДОВЫХ МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ БИОМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ СУБЪЕКТОВ В СИСТЕМЕ СЕТЕВОЙ СТРУКТУРЫ ТРАНСПОРТНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Гладких Анатолий Афанасьевич – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры обеспечения авиационной безопасности

Уласюк Татьяна Георгиевна – аспирант кафедры обеспечения авиационной безопасности, старший преподаватель кафедры

*ФГБОУ ВО Ульяновский институт гражданской авиации имени Главного маршала авиации
Б.П. Бугаева*

Аннотация. В данной статье представлен алгоритм кодовых методов защиты биометрических данных субъектов в системе сетевой структуры транспортной безопасности.

Ключевые слова: авиационная безопасность, алгоритмы когнитивной защиты, защита биометрических данных пассажиров, перестановочное кодирование, телекоммуникационная система авиапредприятия.

DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM OF CODE METHODS FOR THE PROTECTION OF BIOMETRIC DATA OF SUBJECTS IN THE SYSTEM OF THE NETWORK STRUCTURE OF TRANSPORT SECURITY

Gladkikh Anatoly A. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Aviation Security

Ulasjuk Tatiana G. – Postgraduate student of the Department of Aviation Security, Senior lecturer of the Department

Ulyanovsk Civil Aviation Institute

Abstract. This article presents an algorithm of code methods for the protection of biometric data of subjects in the system of the network structure of transport security.

Keywords: aviation security, cognitive protection algorithms, passenger biometric data protection, permutation coding, airline telecommunications system.

Внедрение сетевых технологий в процессы управления мобильными объектами предъявляет повышение требования к характеристикам используемых каналов передачи данных. Процедура управления мобильными объектами реального времени требует не только достижения требуемого уровня энергетической эффективности таких каналов связи, но и повышение их спектральной эффективности. Это вызывает необходимость использования в таких системах управления сложных видов модуляции в сочетании недвоичными помехоустойчивыми кодами, специфика обработки которых в системах управления может занимать значительные интервалы времени [1-4].

Помехоустойчивое кодирование является неотъемлемой частью современных цифровых систем управления. При этом главной тенденцией многих важных систем управления является сокращение временных интервалов обмена данными. В этой связи поиск оптимальных, в смысле минимизации временных и вычислительных ресурсов кодеков, является неотъемлемой потребностью перспективных управляющих комплексов. Это задача приобретает особый смысл в условиях согласования повышенных скоростей обмена информацией в каналах управления и недостаточно прогрессирующих по темпам ее обработки в декодерах приемников данных, особенно в условиях использования недвоичных помехоустойчивых кодов. Актуальность рассматриваемой темы связана с тем, что неизвестны алгоритмы быстрого поиска образующих орбит циклических сдвигов нумераторов по произвольным и лексикографически упорядоченным нумераторам перестановок символов кодовых комбинаций из состава орбиты, не разработан научно обоснованный подход к выявлению признаков вырожденных матриц двоичных кодов по заданным перестановкам нумераторов символов кодовых векторов для создания полной когнитивной карты декодера, а также недостаточно развиты системы защиты персональных данных пассажиров в системе сетевой структуры транспортной безопасности, что является важной задачей в вопросах безопасности.

Объектом исследования в данной работе являются беспроводные сенсорные сети с защитой, используемые в системе авиапредприятия, обрабатываемой в них цифровой информации с использованием средств помехоустойчивых кодов. Предметом исследования являются алгоритмы мягкого декодирования таких кодов с возможным итеративным преобразованием обрабатываемых данных.

Наиболее общая классификация систем управления в структуре транспортной безопасности представляет собой сложную многосетевую структуру, которой соответственно очень сложно управлять. В связи с этим необходимо наладить механизмы их защиты от постороннего вмешательства. Одним из таких способов является создание алгоритма защиты данных пассажиров.

Если дополнительная потребляемая мощность при работе декодера превосходит экономию передаваемой мощности из-за использования избыточных кодов, тогда такой код не будет энергоэффективным по сравнению с системой, в которой используется безызыточное кодирование. Для защиты цифровых данных в зависимости от их конструктивных особенностей могут применяться различные коды, параметры которых оптимизируются по критериям максимума исправляющей способности и минимума сложности реализации процедуры декодирования.

Разнообразие способов использования однозначно указывает на актуальность проблем защиты информации в системе авиапредприятия при реализации декодирования.

В криптокодовых конструкциях принято оценивать эффективность применения кодов по параметрам энергетической эффективности, измеряемые в дБ [2].

Для целей исследования была проведена асимптотическая оценка нескольких режимов работы декодеров. Основными из них являются следующие:

- асимптотическая оценка энергетического выигрыша при исправлении ошибок (жесткое декодирование);
- асимптотическая оценка энергетического выигрыша при мягком декодировании;
- асимптотическая оценка энергетического выигрыша при мягком декодировании с использованием перестановок.

Асимптотические оценки мягких декодеров показывают, что они способны обеспечить энергетический выигрыш кода в 3 дБ относительно жестких методов обработки цифровых данных, что указывает на перспективность их применения. При этом важно использовать такие методы формирования МРС, которые не требуют большого расхода заряда элемента питания системы и формируют оценки надежности в целочисленном формате.

Наиболее важным является 3 режим работы, так как при этом может быть получено главное соотношение асимптотического вывода [1].

Далее была проведена оценка асимптотической эффективности для кода Хэмминга (рис. 1).

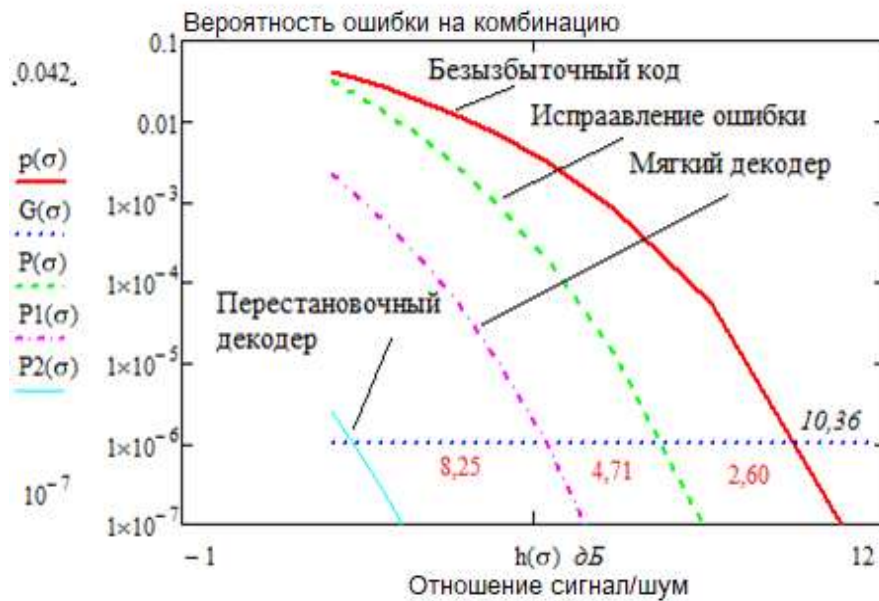


Рисунок 1 – Асимптотическая оценка энергетического выигрыша при различных режимах работы кодеров

Важно отметить, что красная линия – это вероятность ошибки в условиях? когда избыточный код не используется. Для достижения требуемой вероятности необходима энергетика системы в районе 12 дБ. В случае применения перестановочного кодирования эта энергетика снижается и оказывается, что такую же вероятность ошибки можно получить при значительно меньших энергетических затратах (около 2 дБ). Т.е. получаем выигрыш в 10 дБ.

Как правило, для биометрии используются оптические кабели. Требуемая вероятность ошибки 10^{-6} , которая может быть достигнута при оптическим сигнале в 22 дБ и более [3].

Суть перестановочного декодирования для целей данной статьи заключается в следующем (рис. 2): передается вектор $V_{исх}$, зеленый цвет означает уверенную обработку данных (без искажений, достоверную).

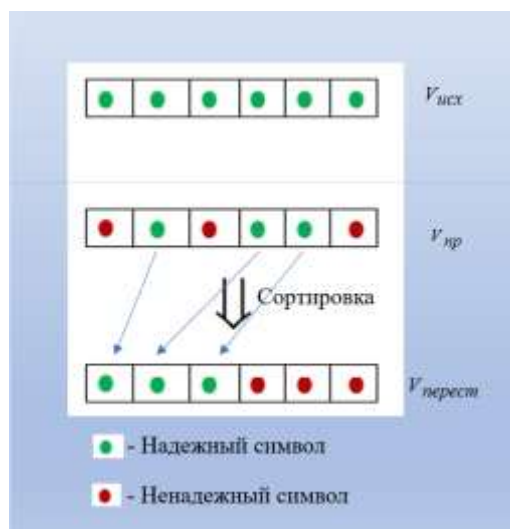


Рисунок 2 – Пример перестановок укороченного кода Хэмминга

В ходе передачи в канале связи ряд символов искажается, приобретая красный цвет. Декодер по мягким решениям группирует надежные символы в 1 группу, а ненадежные во 2,

где наиболее высока вероятность ошибки. Однако возникает проблема с поиском переставленной порождающей матрицы, с помощью которой будет закодирована 1 группа. В ряде случаев такую матрицу создать невозможно, если определить переставленной матрицы равно нулю.

В результате было доказано, что все перестановки образуют непересекающиеся орбиты во главе с образующей комбинацией. Образующая комбинация цикла содержит все сведения об эквивалентных кодах данного цикла при условии, что известна структура эталонной порождающей матрицы кода [4].

На основании вышеизложенного предложен алгоритм поиска образующей орбиты (рис. 3). Он заключается в том, что от принятого кодового вектора (зеленая линия) поиск образующей комбинации осуществляется вверх и вниз.

На основе образующей комбинации выявляется требуемая матрица из когнитивной памяти декодера.

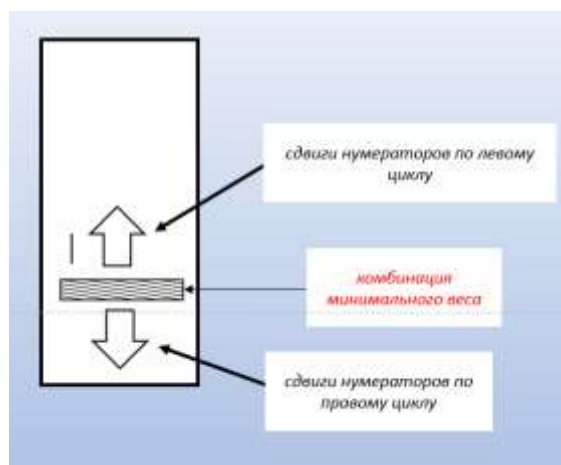


Рисунок 3 – Алгоритм кодовых методов защиты биометрических данных субъектов в системе сетевой структуры транспортной безопасности

Сравнение полученных результатов убедительно показывает, что относительно известных методов защиты данных предложенный подход является оптимальным.

Перестановочное декодирование является разновидностью мягкого декодирования блоковых кодов, что обеспечивает дополнительный энергетический выигрыш в системах внутриобъектовых и внешних сетей авиапредприятия, строящихся на базе многомодовых оптических волокон.

Применение сложных видов модуляции способно повысить пропускную способность таких сетей, но при этом требует опережающей защиты биометрических данных от ошибок [6].

Список литературы

1. Саид Басем А.С. Оценка вероятностных характеристик перестановочного декодирования // Радиолокация, навигация, связь: материалы XXVI Международной научно-технической конференции. – 2020. – С. 316-321.
2. Когновицкий О.С., Охорзин В.М. Теория помехоустойчивого кодирования. Ч 1: Циклические коды. – СПб.: СПбГУТ, 2015. – 84 с.
3. Гладких А.А., Овинников А.А., Тамразян Г.М. Математическая модель когнитивного перестановочного декодера // Цифровая обработка сигналов. – 2019. – № 1. – С. 14-19.
4. Саид Басем А.С. Вычисление множества вырожденных матриц в системе перестановочного декодирования // Современные проблемы проектирования, производства и эксплуатации радиотехнических систем: сборник научных трудов. – 2019. – С. 177-181.

5. Ярушкина Н.Г. Основы теории нечетких и гибридных систем. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 320 с.

6. Гладких А.А., Уласюк Т.Г. Разработка алгоритмов когнитивной защиты биометрических данных пассажиров в ходе решения задач обеспечения авиационной безопасности // Научный вестник УИ ГА. – 2023. – № 15. – С. 24-29.

УДК 658.71.08, 519.87

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ПОМОЩНИКОВ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПОЛЕТОВ

Волков Александр Константинович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры обеспечения авиационной безопасности

ФГБОУ ВО Ульяновский институт гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б.П. Бугаева

Заббаров Зулфат Рифкатович – аспирант кафедры летной эксплуатации и безопасности полетов

ФГБОУ ВО Ульяновский институт гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б.П. Бугаева;

Пилот

ПАО «Аэрофлот – российские авиалинии»

Аннотация. В работе рассматриваются перспективы применения интеллектуальных помощников в системе управления безопасностью полетов. Использование интеллектуальных помощников позволит оказывать консультативную поддержку инспекторам, осуществляющим действия по инспекции системы управления безопасности полетов эксплуатантов. Описана архитектура нейронных сетей типа трансформер. Приведены результаты запросов и элементы диалога с чат-ботом.

Ключевые слова: гражданская авиация, интеллектуальный помощник, безопасность полетов, инспекция, база данных, модель трансформер, модель seq2seq, большая языковая модель.

APPLICATION OF INTELLIGENT ASSISTANTS IN THE FLIGHT SAFETY MANAGEMENT SYSTEM

Volkov Alexander K. – Ph.D., Assistant Professor, Assistant Professor at the Department of ensuring aviation security

Ulyanovsk Civil Aviation Institute

Zabbarov Zulfat R. – Postgraduate Student at the Department of flight operation and flight safety

Ulyanovsk Civil Aviation Institute

Pilot

PJSC «Aeroflot – Russian Airlines»

Abstract. The paper discusses the prospects for the use of intelligent assistants in the flight safety management system. The use of intelligent assistants will allow providing advisory support to inspectors carrying out actions for the inspection of the operator's flight safety management system. The architecture of neural networks of the transformer type is described. The results of queries and elements of the chatbot dialog are presented.

Keywords: civil aviation, intelligent assistant, flight safety, inspection, database, transformer model, seq2seq model, large language model.

Применение технологий искусственного интеллекта находит все более широкое применение в гражданской авиации, в частности при разработке систем автономного пилотирования летательных аппаратов, поддержки принятия решений, снижении негативного влияния человеческого фактора, [1-3]. Как пример, в работах [4,5] представлены результаты программной реализации чат-бота для поддержки технического персонала при диагностировании неисправностей воздушного судна. Одной из потенциальных областей применения интеллектуальных систем, реализующих технологию чат-ботов или голосовых помощников, является поддержка решений в задачах государственной инспекции по безопасности полетов.

В основе технологий чат-ботов наиболее часто находят применение модели seq2seq («последовательность в последовательность»), которые преобразуют входную последовательность данных в выходную последовательность. В контексте обработки естественного языка последовательность представляет собой список символов, соответствующих словам в предложении. Самая простая архитектура моделей seq2seq представляет собой два модуля кодера и декодера, а также скрытый слой между ними. В качестве кодера и декодера в настоящее время используют нейросетевые архитектуры трансформер. Критически важной частью этих моделей является механизм внимания [6]. Данный механизм реализуется в специальных слоях, называемых слоями внимания. Обобщенная схема трансформера представлена на рисунке 1.

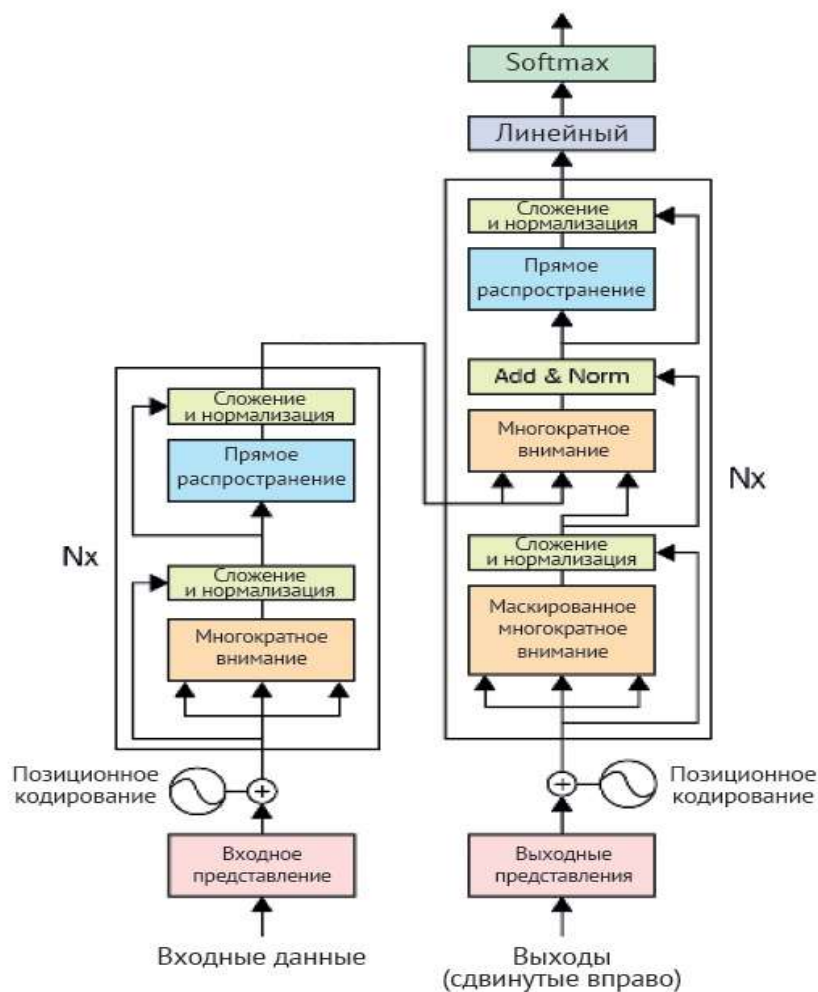


Рисунок 2 – Обобщенная схема трансформера [6]

```
# full example
query = "Что анализируется в ходе проведения проверки за процессом управления риском безопасности полетов?"
llm_response = qa_chain(query)
process_llm_response(llm_response)

/usr/local/lib/python3.10/dist-packages/transformers/pipelines/base.py:1101: UserWarning: You seem to be using the pipelines sequentially
warnings.warn(
/usr/local/lib/python3.10/dist-packages/transformers/generation/configuration_utils.py:362: UserWarning: `do_sample` is set to `False`.
warnings.warn(
/usr/local/lib/python3.10/dist-packages/transformers/generation/configuration_utils.py:367: UserWarning: `do_sample` is set to `False`.
warnings.warn(
Ответ: В ходе проведения проверки за процессом управления риском безопасности полетов анализируются факторы, влияющие на безопасность полетов, такие как погодные условия, технические неисправности и другие факторы, которые могут повлиять на безопасность полетов.

4.3.1 Контроль и количественная оценка эффективности обеспечения безопасности полетов

В ходе проведения проверки за процессом управления риском безопасности полетов анализируются факторы, влияющие на безопасность полетов, такие как погодные условия, технические неисправности и другие факторы, которые могут повлиять на безопасность полетов.

4.3.2 Осуществление изменений

В ходе проведения проверки за процессом управления риском безопасности полетов анализируются изменения, которые могут повлиять на безопасность полетов.
```

Рисунок 2 – Пример диалога с чат-ботом

Современные чат-боты становятся все более интеллектуальными, однако чтобы действительно раскрыть их потенциал, необходимо обеспечить их доступом к обширным базам данных и документации. В качестве примера в данной работе представлена реализация чат-бота на основе инструмента Langchain, который применяется для создания приложений с использованием больших языковых моделей, и платформы Hugging Face.

В качестве модели трансформера используется модель PyaGusev/fred_t5_ru_turbo_alpaca. На рисунке 2 представлен элемент диалога с чат-ботом.

Одним из способов снижения нагрузки на инспекторский персонал при проведении государственной инспекции является применение информационных технологий, обеспечивающих поддержку консультативного характера. В данной работе приведено описание такого применения в форме интеллектуального помощника (чат-бота) для поддержки проверки системы управления безопасностью полетов эксплуатанта воздушных судов.

Список литературы

1. Pillai R.G., Devrakhyan P., Shetty S., Munji D. Artificial Intelligence for Air Safety. In: Information Systems. EMCIS 2020. Lecture Notes in Business Information Processing. – 2020. – Vol 402.
2. Ivanov D., Pelipenko E., Ershova A., Tick A. Artificial Intelligence in Aviation Industry. In: Digital Technologies in Logistics and Infrastructure. ICDT 2021. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies. – 2021. – Vol. 157. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-24434-6_22.
3. Andriyanov N.A., Gladkikh A.A., Volkov A.K. Research of recognition accuracy of dangerous and safe x-ray baggage images using neural network transfer learning // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – Irkutsk: IOP Publishing, 2021. – Vol. 1061. – P. 012002.
4. Дородных Н.О., Юрин А.Ю., Николайчук О.А, Столбов А.Б. Интеллектуальный помощник для поддержки решения задач поиска и устранения неисправностей воздушного судна // Информационные технологии и нанотехнологии (ИТНТ-2023): материалы IX Международной конференции и молодежной школы. – Самара: Издательство Самарского университета. – 2023. – Т. 4: Искусственный интеллект. – С. 66-67.
5. Yurin A.Y., Nikolaychuk O.A., Dorodnykh N.O., Stolbov A.B., Denisova D.A. Using an Intelligent Assistant for Aircraft Diagnostics and Maintenance. In: Proceedings of the Seventh International Scientific Conference «Intelligent Information Technologies for Industry» (ITI'23).

ПТИ 2023. Lecture Notes in Networks and Systems. – 2023. – Vol. 776. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-43789-2_30.

6. Саваши Йылдырым, Мейсам Асгари-Ченаглу Осваиваем архитектуру Transformer. Разработка современных моделей с помощью передовых методов обработки естественного языка. – М.: ДМК Пресс, 2022. – 320 с.

УДК 004.81, 004.89, 519.876.2

ВОПРОСЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДНЕПРО-БУГСКОГО КАНАЛА БЕЛАРУСИ

Лукомская Ольга Юрьевна – кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории интеллектуальных транспортных систем

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

доцент кафедры корабельных систем управления

ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина) СПбГЭТУ «ЛЭТИ»

Вислогузов Виктор Викторович – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории проблем безопасности транспортных систем

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

Парфенов Антон Русланович – ассистент

ФГАОУ ВО Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина) СПбГЭТУ «ЛЭТИ»

Аннотация. В работе проведено моделирование транспортно-логистического водного маршрута Днепро-Бугского судоходного канала (ДБСК) Беларуси с целью получения данных для последующего построения когнитивной транспортной системы судоходного канала.

Транспортные решения в части соединения Балтийского и Черного морей водной трассой судопропуска Е-40 (Гданьск–Варшава–Брест–Пинск–Мозырь–Киев–Херсон), нашли отражение в важной магистрали Днепровско-Вислянского водного пути. Несмотря на остановленные проектные разработки, перевоз грузов является актуальной и экономически обоснованной задачей настоящей работы.

В работе представлены выявленные существующие проблемы моделирования – детализация характеристик системы судопропуска, в том числе параметризация свойств разнородных движущихся объектов (судов и пр. плавсредств) и стационарных объектов – шлюзов, причалов, дотов и т.д., которые отражают глубокие знания об объекте – Днепро-Бугском канале судопропуска.

Ключевые слова: моделирование, внутренние водные пути, транспорт, когнитивная система, судопропуск, шлюзование, беспилотные транспортные объекты

ISSUES OF MODELING THE INTELLIGENT TRANSPORT AND LOGISTICS SYSTEM OF THE DNIPRO-BUG CANAL OF BELARUS

Lukomskaia Olga Yu. – Ph.D., Associate Professor, Leading Researcher of Laboratory of Intelligent Transport Systems

*Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences,
Associate Professor of the Department Ship Control Systems*

Saint-Petersburg Electrotechnical University "LETI"
Parfenov Anton R. – student
Saint-Petersburg Electrotechnical University "LETI"
Visloguzov Victor V. – Ph.D., Leading Researcher
Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences
Parfenov Anton R. – assistant
Saint-Petersburg Electrotechnical University "LETI"

Abstract. The work carried out modeling of the transport and logistics water route of the Dnieper-Bug Shipping Canal (DBSC) of Belarus in order to obtain data for the subsequent construction of a cognitive transport system of the shipping canal.

Transport solutions regarding the connection of the Baltic and Black Seas by the E-40 shipping route (Gdansk–Warsaw–Brest–Pinsk–Mozyr–Kyiv–Kherson) are reflected in the important highway of the Dnieper-Vistula waterway. Despite the stopped design developments, cargo transportation is an urgent and economically feasible task of this work.

The report presents identified existing modeling problems - detailing the characteristics of the ship passage system, including parameterization of the properties of heterogeneous moving objects (ships and other watercraft) and stationary objects - locks, berths, pillboxes, etc., which reflect deep knowledge about the object - Dnieper-Bug Canal ship passage.

Keywords: Inland waterways, transportation, intelligent transportation system, navigation pass, gateway, unmanned vehicles

Объектом исследования (разработки) являются Днепро-Бугский канал, алгоритмическое и программное описание движения судов в шлюзовом канале судопропуска в пакете Матлаб.

Цель работы – создание программного кода в пакете Матлаб, моделирующего планируемую и регулируемую работу трассы судопропуска шлюзовой системы, осуществляющую движение судов на примере Днепро-Бугского канала (см. технические характеристики судоходных шлюзов).

В рамках выполнения работы было проведено алгоритмическое описание работы трассы в планируемом и регулируемом режиме, разработаны алгоритмы движения судов по трассе судопропуска в виде блок-схем с использованием накопленных в результате выполнения работы знаний о правилах построения и в пакете MS Visio.

Методами исследования являются пропорционально-дифференциально-интегральные законы. Результатом является разработанный программный код, моделирующий, во-первых, расписание работы шлюзов Днепро-Бугского канала и, во-вторых, управление временным сдвигом, возникшим в результате моделирования ситуации затяжного шлюзования.

Алгоритмическая и программная разработка осуществляют темпоральное регулирование маршрутов судов для обеспечения непрерывного и согласованного движения по каналу.

Для того, чтобы моделировать движение на трассе судопропуска внутренних водных путей, учитывающее возмущения внешней среды (ВВС), воспользуемся аппаратом Матлаб R2020b.

Днепро-Бугский канал (от г. Бреста до г/у Стахово) – 243,2 км [1-3].

Ориентировочный ежегодный период открытия навигации 15 марта, закрытие навигации 1 декабря.

Сроки открытия и закрытия навигации напрямую зависят от метеорологических условий, а также схода и появления ледяных образований на судоходных реках и каналах. В зависимости от погодных условий, продолжительность навигации на обслуживаемых участках обычно составляет от 245 до 270 дней в год.

Технические характеристики судоходных шлюзов Днепро-Бугского водного пути представлена в таблице.

Используя принципы моделирования, описанные в [4-6], среднюю допустимую скорость между шлюзами, равную 6 км/ч, и выше перечисленные параметры, можно составить время прохождения между шлюзами для пути 1–12, которое записывается в массив $tn1$, а также время прохождения шлюзов, которое записывается в массив $tn2$.

$$tn1 = [0 \ 30 \ 240 \ 420 \ 810 \ 1050 \ 1170 \ 1290 \ 1410 \ 1530 \ 1680 \ 1950 \ 2190 \ 2460];$$

$$tn2 = [60 \ 270 \ 450 \ 840 \ 1080 \ 1200 \ 1310 \ 1440 \ 1560 \ 1710 \ 1980 \ 2220].$$

Темпоральная оцифровка массивов пути 12–1:

$$tn1_r = [0 \ 240 \ 480 \ 750 \ 900 \ 1020 \ 1140 \ 1260 \ 1380 \ 1620 \ 2010 \ 2190 \ 2400 \ 2460];$$

$$tn2_r = [270 \ 510 \ 780 \ 930 \ 1050 \ 1170 \ 1290 \ 1410 \ 1650 \ 2040 \ 2220 \ 2430],$$

где $tn1_r$ – время прохождения судов между шлюзами при старте в нулевую минуту, а $tn2_r$ – время прохождения шлюзов для корабля, стартующего в нулевую минуту.

Таблица – Технические характеристики судоходных шлюзов Днепро-Бугского водного пути (согласно [1])

Название гидроузла	Год постройки	Тип затвора	Среднее время шлюзования
№1 «Дубой»	2006	клапанный, двухстворчатые ворота	30 мин
№2 «Переруб»	1938	двухстворчатые ворота	30 мин
№3 «Рагодош»	1941	двухстворчатые ворота	30 мин
№4 «Овзичи»	1941	двухстворчатые ворота	30 мин
№5 «Ляховичи»	1941	двухстворчатые ворота	30 мин
«Кобрин» 2 шлюза: №6 «Кобрин», «Выгода»	2009	клапанный, двухстворчатые ворота	30 мин
№ 8 «Залузь»	2015	двухстворчатые ворота	30 мин
№ 9 «Новосады»	2003	двухстворчатые ворота	30 мин
№10 «Тришин»	2011	двухстворчатые ворота, клапанный	30 мин
№ 11 «Качановичи»	1954	двухстворчатые ворота	30 мин
№12 «Стахово»	1956	двухстворчатые ворота	30 мин

Далее составляются основные массивы (t_osn_n , t_osn_r), в них времена прохождений маршрута (со стартовым временем в полночь), до последнего шлюза или же модель самих маршрутов в каждом направлении.

Образцами (входными данными) также могут служить проверочные выборки, которые используются как для оценки степени генерализации искусственной нейронной сети, так и для остановки процесса обучения, когда улучшение обобщающей способности ИНС перестаёт наблюдаться.

Они предоставляются сети во время обучения, и сеть настраивается в соответствии с ее ошибкой.

Алгоритм разработки программного обеспечения:

1. Создаем переменные, на которые будем в дальнейшем опираться для создания расписания. Максимальное время в сутках. Базовые средние: время прибытия корабля к каждому шлюзу ($tn1$) и среднее время выхода со шлюза каждого судна ($tn2$) (1-12).

2. То же, что и в п.1, но обратным путём (12-1).

3. Объединение массивов $tn1$ и $tn2$, $tn1_r$ и $tn2_r$.

4. Формирование массивов t_osn_n и t_osn_r , которые моделируют движение средстатистического корабля, начиная движение ровно с полуночи.

5. Создание матрицы времени начала отправления каждого корабля в каждом направлении (для воссоздания расписания).

6. Проверка на неправильный ввод данных формирование массивов, которые введет пользователь.

7. Построение первичного графика исполненного движения.
8. Проверка на пересечение маршрутов со временем проведения ремонтных работ.
9. Распределение оставшихся маршрутов.
10. Запуск движения вперед.
11. Проверка на отсутствие соседей не более, чем в 60 минут.
12. Проверка на отсутствие пересечений с другими судами.
13. График движения судов при возникновении рисков в срывах в расписании.
14. В алгоритме используются функции:

– *examinationFirst* – проверка на пересечение нового маршрута с противоположными во время шлюзования (рис. 1);

– *examinationSecond* – проверяет на пересечение нового маршрута с временем проведения ремонтных работ;

– *createGatewayPoints* преобразует исходный массив в массив, содержащий только точки прибытия к определенным шлюзам (рис. 2).

Для предотвращения остановки работы шлюзовой системы судопропуска необходимо, чтобы на каждом шлюзе располагалась команда, которая в случае возникновения аварийной ситуации принималась за экстренное устранение аварийной ситуации и возобновление работы шлюза.

Также необходимо внести изменения в расписание для того, чтобы не образовалась цепочка срыва расписаний, из-за которой остановится работа всего шлюза.

Для снижения тяжести последствий от аварии расписание должно строиться таким образом, чтобы время начала пути между кораблями, движущимися в одном направлении составляло не меньше одного часа.

В программе предусмотрены изменения в расписании. В качестве примера используется исходный рисунок. На шлюзе №3 для маршрута, во время начала пути которого, через 120 минут, произошла аварийная ситуация.

Ремонтная команда подключилась к работе, но время нахождения данного маршрута на шлюзе увеличилось на 30 минут.

При возникновении различных нештатных ситуаций суда доходят до шлюзов в соответствующее время поломки на время, дискретное шагу квантования трассы судопропуска [6] минут дольше, а новые стартуют на время дискретизации после запланированного времени для предотвращения срывов в расписании (это может привести к остановке работы шлюзовой системы судопропуска).

Выявление наиболее опасных путей и рекомендации к действиям в случае возникновения аварийной ситуации: Участок 0-1 наиболее опасен, поскольку в случае возникновения пробки на данном участке, количество кораблей, которые смогут встать, здесь минимально.

Остальные участки также опасны, поскольку проходят через леса и болотистую местность. Сложные участки трассы делятся до 50 км, при этом на пути 49 км нет никаких сельских поселений. В случае нарушения связи и попадания судна в аварийную ситуацию, капитан судна не сможет сообщить вовремя о произошедшем, из-за чего данное судно рискует остаться на одном месте на длительное время, создавая риск жизни экипажу.

Для предотвращения остановки на участке 0-1 необходимо уделять огромное внимание данному участку, а также у каждого шлюза есть свои ответвления (плавучие доты), куда можно завести корабли, пока происходит ремонт шлюза. В случае возникновения поломки самого судна, необходимо содержать буксировщик, который отведёт данное судно в дот, что и позволит произвести там ремонтные работы.

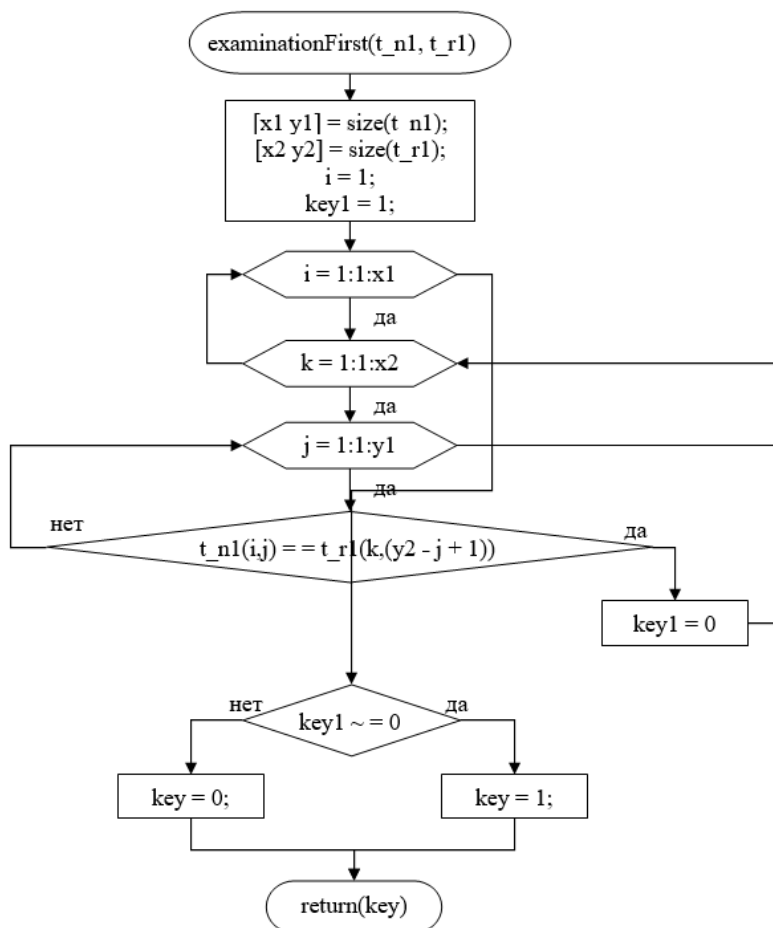


Рисунок 1 – Блок-схема алгоритма функции examinationFirst

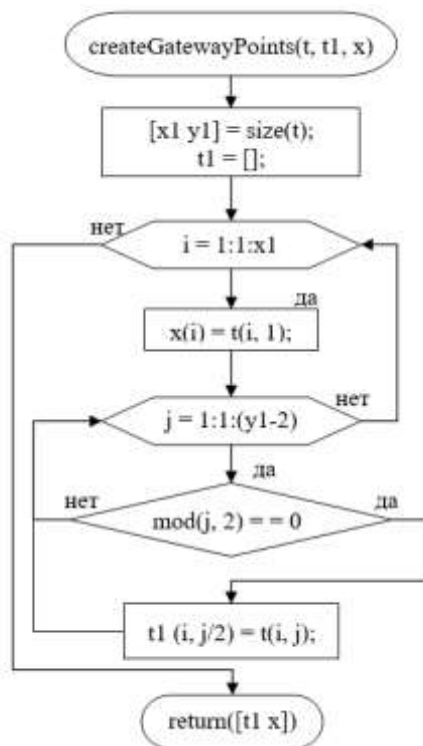


Рисунок 2 – Блок-схема алгоритма функции createGatewayPoints

В рамках выполнения исследований по разработке когнитивной системы пропуска судов необходимо учитывать возможность интеллектуализации объектов транспортной инфраструктуры путём их оснащения различными сенсорами с обеспечением функции обратной связи и формирования данных от каждого объекта на основе технологий реального времени.

Список литературы

1. Водные пути, гидросооружения и порты. [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/napryazhenno-deformirovannoe-sostoyanie-vorot-shlyuza-pri-navale-sudov/viewer> (дата обращения 20.04.23).
2. Днепро-Бугский канал. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.dneprobug.by/hydrastructures/> (дата обращения 20.04.23).
3. Фотография карты ДБК с техническими характеристиками. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.dneprobug.by/upload/medialibrary/051/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D1%84%D0%B8%D0%BB%D1%8C_%D0%94%D0%91%D0%9A%202018_WoPS+.jpg (дата обращения 20.04.23)
4. Лукомская О.Ю. Система информационной поддержки планирования и регулирования транспортного процесса на внутренних водных путях // Известия СПбГЭТУ ЛЭТИ. – 2007. – № 10. – С. 16-20.
5. Лукомская О.Ю. Системный подход при проектировании интеллектуальных транспортных систем // Технологии построения когнитивных транспортных систем: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – 2019. – С. 37–43.
6. Лукомская О.Ю., Лукомский Ю.А., Шаталова Н.В. Разработка основных принципов моделирования процессов формирования и обслуживания встречных транспортных потоков когнитивной транспортной системы внутренних водных путей // Морские интеллектуальные технологии. – 2022. – № 3-1(57). – С. 220–227.

УДК 656.6:658.012.011.56

БЕЗОПАСНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЕМ СУДНА НА ПОДВОДНЫХ КРЫЛЬЯХ

Каминский Валерий Юрьевич – кандидат технических наук, доцент, заведующий лабораторией проблем ресурсосбережения на транспорте

Скороходов Дмитрий Алексеевич – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории проблем безопасности транспортных систем

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

Стариченков Алексей Леонидович – доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой кафедры корабельных систем управления

ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина) СПбГЭТУ «ЛЭТИ»

Аннотация. Рассмотрена проблема выбора алгоритмов управления движением судна на подводных крыльях с помощью специальной системы управления движением, определяющей качество и безопасность эксплуатации высокоскоростного судна. Ранее практически не исследовались вопросы рационального построения алгоритмов управления движением скоростных судов в нормальных условиях. Эта проблема особенно актуальна для структурно неустойчивых судов на подводных крыльях, движение которых невозможно без работы системы управления движением.

Приведены модернизированные алгоритмы управления судном, которые обеспечивают требуемое качество стабилизации движения в любом диапазоне волнения моря, включая максимальное, а также плавную работу исполнительных приводов.

Ключевые слова: суда на подводных крыльях, режим движения, система управления движением, алгоритм, качка, управление, модель, анализ.

SAFE HYDROFOIL MOTION CONTROL

Kaminsky Valery Yu. – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Head of the Laboratory of Resource saving in transport

Skorokhodov Dmitriy A. – Doctor of Engineering Sciences, Full Professor, Chief Researcher Officer

Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences

Starichenkov Alexey L. – Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor, Head of department of the Department Ship Control Systems

Saint-Petersburg Electrotechnical University “LETI”

Abstract. The problem of choosing algorithms for controlling the movement of a hydrofoil vessel using a special motion control system that determines the quality and safety of operation of a high-speed vessel is considered. Previously, the issues of rational construction of algorithms for controlling the movement of high-speed vessels under normal conditions were practically not studied. This problem is especially relevant for structurally unstable hydrofoils, the movement of which is impossible without the operation of the motion control system.

Upgraded ship control algorithms are presented, which provide the required quality of motion stabilization in any range of sea waves, including maximum, as well as smooth operation of actuators.

Keywords: hydrofoils, motion mode, motion control system, algorithm, pitching, control, model, analysis.

Суда на подводных крыльях (СПК) могут быть водоизмещением до 500 т и иметь скорость хода на тихой воде до 60 узлов. Крейсерская скорость на волнении 5 баллов ($h=3\text{м}$, 3% обеспеченности) составляет 50 узлов [1,2]. В составе СПК имеется носовой и кормовой крыльевой комплекс с исполнительными органами в виде двух поворотных крыльев и максимальным шарнирным моментом 28 тм. При скорости перекладки $7^\circ/\text{с}$ номинальный шарнирный момент составляет 18 тм. Углы перекладки крыльев находятся в диапазоне $(+6^\circ) - (-5^\circ)$ (вниз -5° , вверх $+6^\circ$). Кормовой крыльевой комплекс содержит два поворотных закрылка с углом перекладки $\pm 15^\circ$. Максимальный шарнирный момент на одном закрылке составляет 8,4 тм при скорости перекладки $14,4^\circ/\text{с}$.

Опыт эксплуатации систем управления движением (СУД) на самоходных моделях и на натуральных СПК показал, что снижение уровня безопасности, качества стабилизации и управляемости СПК вызвано отказом источников информации, неисправностями в каналах СУД и (или) не рациональными алгоритмами управления СУД [2].

Ранее в работах [3-10] исследовались общие вопросы повышения безопасности скоростных судов, проблемы конструктивной безопасности СПК, параметры работы электрогидравлических приводов закрылков СПК, особенности построения алгоритмической структуры СУД в нормальных и аварийных ситуациях.

Практически не затрагивались вопросы рационального построения алгоритмов управления движением в нормальных ситуациях, что может привести к аварии судна и даже к его гибели. Эта проблема особенно актуальна для структурно неустойчивых СПК, движение которых невозможно без работы СУД, как при выходе на крылья, так и при движении в крыльевом режиме.

Рассмотрим проблему выбора алгоритмов управления СУД, определяющих качество и безопасность СПК во всех режимах движения.

Характеристика алгоритма управления

Испытания показали, что на скорости хода 50 узлов СПК движется со средней глубиной погружения крыльевого комплекса 2,0 м – 3,5 м и с дифферентом 2,5° – 3,0° на корму. В период испытаний и опытной эксплуатации СПК подобного типа [2] возникли аварийные ситуации, спровоцированные алгоритмами управления СУД в нормальном режиме работы системы. В результате проектирования и испытаний самоходной модели проектировщиком СУД выбраны следующие алгоритмы управления

$$\begin{aligned}\delta_p &= \frac{\tau_\delta p + 1}{p} \cdot (k_\phi \cdot \phi + k_{\dot{\phi}} \cdot \dot{\phi}), \\ \delta_h &= \frac{\tau_\delta p + 1}{p} \cdot (\sigma_h \pm \sigma_\gamma), \\ \delta_\kappa &= \frac{\tau_\delta p + 1}{p} \cdot \sigma_\vartheta,\end{aligned}$$

где

$$\begin{aligned}\sigma_h &= \frac{k_h}{p} \cdot \left[(\tau_{\dot{h}} p + 1) \cdot h + \frac{k_{wy}}{k_h} \cdot W_y \right], \\ \sigma_\gamma &= \frac{k_\gamma}{p} \cdot \left[(\tau_{\dot{\gamma}} p + 1) \cdot \gamma + \frac{k_{w\gamma}}{k_\gamma} \cdot p^2 \cdot \gamma \right], \\ \sigma_\vartheta &= \frac{k_\vartheta}{p} \cdot \left[(\tau_{\dot{\vartheta}} p + 1) \cdot \vartheta + \frac{k_{w\vartheta}}{k_\vartheta} \cdot p^2 \cdot \vartheta \right],\end{aligned}$$

p – оператор дифференцирования; δ_p , δ_h , δ_κ – углы отклонения, соответственно, вертикального руля, носовых крыльев и кормовых закрылков; τ_δ – постоянная времени электрогидравлического привода; ϕ , $\dot{\phi}$, h , γ , ϑ – угол крена, производная от угла крена, высота движения над поверхностью воды, угол крена и угол дифферента; σ_h , σ_γ , σ_ϑ – сигналы управления по высоте движения СПК, по крену и дифференту; k_ϕ , $\tau_{\dot{h}}$ – коэффициенты усиления алгоритма управления по углу отклонения от курса и производной от угла отклонения от курса; k_h , k_γ , k_ϑ – коэффициенты усиления алгоритмов управления по высоте движения СПК, по углу крена и дифферента; $\tau_{\dot{h}}$, $\tau_{\dot{\gamma}}$, $\tau_{\dot{\vartheta}}$ – постоянные времени алгоритмов управления по скорости отклонения СПК по высоте, по крену и дифференту; k_{wy} , $k_{w\gamma}$, $k_{w\vartheta}$ – коэффициенты усиления алгоритмов управления ускорения по оси y , по углу крена γ и дифферента ϑ ; W_y – ускорение по оси y ; $p^2 \cdot \gamma$, $p^2 \cdot \vartheta$ – вторая производная по углу крена и дифферента.

Испытания проводились при различном волнении моря начиная от тихой воды и заканчивая волнением 5 баллов 3% обеспеченности. Наибольший интерес представляет волнение 5 баллов, так как при этих условиях СУД должна выдавать характеристики, заложенные в технических условиях на поставку СУД. При испытаниях скорость движения СПК составляла 0,88 V_{\max} , волнение моря – 2,7-2,85м (5 баллов) 3% обеспеченности. Испытания проводились при движении СПК на курсовых углах встречи с волной (КУВ): 0°, 45°, 90°, 135°, 180°. Во время испытаний велась запись следующих параметров движения: крена, дифферента, курса, углов отклонения носовых крыльев, кормовых закрылков, руля направления, глубины погружения крыльевого устройства, вертикальных и боковых перегрузок в носу, в корме и в центре тяжести корабля, а также величины напряжения на носовом крыльевом комплексе в 12 точках с помощью наклеенных тензоблоков и тензодатчиков. Схема приведена на рисунке.

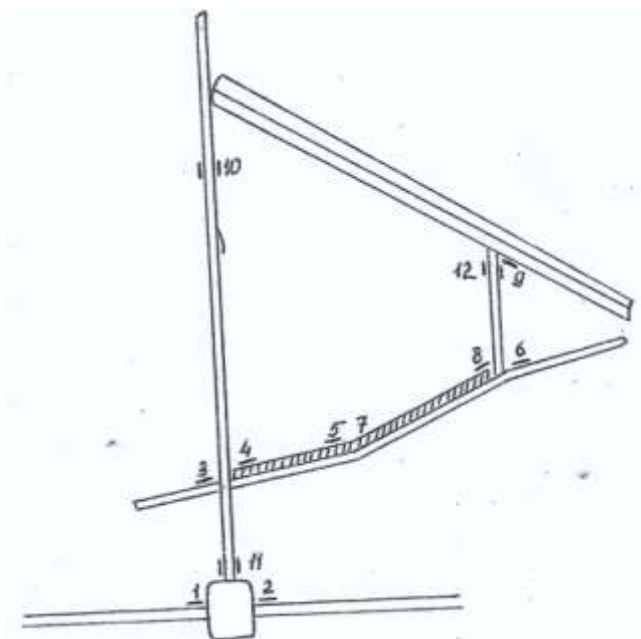


Рисунок – Схема правой половины носового крыльцевого комплекса с установленными тензоблоками (4, 5, 7) и тензодатчиками (1, 2, 3, 6, 9-12)

Анализ обработки осциллограмм показал следующее. Движение на курсовом угле встречи с волной – КУВ = 0°. Время движения – 380 с. Правое носовое крыло лежало на угле (– 4,5°) (в верхнем положении) в течение 147 с из общего времени записи, а левое носовое крыло – на угле –4,5° в течение 90 с. При этом судно выходило на упор (– 4,5°) – 70 раз. Наблюдались длиннопериодические колебания по курсу с амплитудой 2,5° на правый борт с периодом 40 с и колебания по высоте с частотой, превышающей частоту встречи СПК с волной.

Движение на КУВ = 45°. Время движения - 290 с. Аналогично движению на КУВ = 0° происходил частый выход носовых крыльев на упор (– 4,5°), при этом правое крыло лежало на упоре дольше, чем левое. Случилось одно колебание по крену на левый борт, длительностью 2 с, а затем на правый борт, длительность 8 с при размахе 7°. При этом угол отклонения правого носового крыла составлял (+ 4,5°), левого носового крыла – (– 4,5°). Затем, через 8с произошло отклонение по курсу на 2,5° левого борта. Процесс изменения дифферента с (+ 4°) до (+ 2,2°) совпадал с процессом колебания по крену.

Движение на КУВ = 90°. Время движения – 450 с. Наблюдались колебания по параметрам движения аналогичные предыдущим. Величина колебания по скорости движения - 7,5 узла, количество колебаний за время записи – 12 раз.

Движение на КУВ = 135°. Время движения – 450 с. Колебания параметров движения аналогичные предыдущим режимам.

Движение на КУВ = 180°. Время движения - 300 с. Имело место, как и при движении на КУВ = 90° падение скорости СПК. Колебания по дифференту составили (+2°) – (+4°) и колебания по крену от 1,7° до 3,5° на правый и левый борт. На 300 с режима движения произошла остановка главных двигателей по сигналу от СУД. Процесс развивался следующим образом. За 2 с крен составил 2° левого борта, а через 6 с достиг 3° правого борта, через 7 с снизился до 0°, а через 11 с достиг величины 9,5° на правый борт. Через 7 с после начала развития процесса скорость снизилась с 0,89 V_{max} до 0,75 V_{max}. Средний дифферент оставался в пределах +2°, колебания по дифференту составили ± 1°. В начале процесса угол отклонения носовых крыльев составлял (– 4,5°), при этом левое носовое крыло лежало на упоре (– 4,5°) в продолжении 12 с, а правое носовое крыло лежало на упоре (– 4,5°) – 7 с. При достижении крена 9,5° на правый борт в СУД сработала защита, которая подала сигнал в систему управления газотурбинной установкой на остановку двигателей. Посадка СПК в

водоизмещающее положение произошла за 33 с, при этом скорость хода корабля упала с $0,75 V_{\max}$ до $0,17 V_{\max}$. Максимальное отклонение по курсу составило 5° на правый борт на 6 с от начала процесса.

Если крен не достигал предельного, то при движении СПК носовой крыльевой комплекс приводил корабль почти в водоизмещающее положение (заглубление носового крыльевого комплекса достигало 5 м). При этом заглублении в точках 3, 4, 6, 8, 9, 12, возникали напряжения, превышающие в 2 раза расчётные, что могло привести к разрушению судна.

При движении СПК в крыльевом режиме на тихой воде, при заглублении носового крыльевого комплекса 2,5 м через каждые 35 – 45 с, происходило самопроизвольное заглубление носового крыльевого комплекса до 5,0 м с относительным падением скорости до 0,6 от номинальной, с перегрузками по напряжению в указанных точках крыльевого комплекса и последующим выходом на крыло. По осциллограммам фиксировалась самопроизвольная перекладка носовых крыльев на угол (-5°), что и вызывало заглубление носового крыльевого комплекса, с последующей перекладкой на угол ($+6^\circ$) и выходом судна на крыльевой режим движения.

Анализ осциллограмм показал, что при движении СПК на волнении 5 баллов 3% обеспеченности, момент перекладки носовой плоскости на максимальный отрицательный угол совпадает с началом резкого роста крена на левый борт со скоростью $d\gamma/dt = 5^\circ/\text{с}$. Через 2 с крен превышал максимальную величину $\theta = 9^\circ$, являющуюся критической по устойчивости. Кроме того, начиналось рыскание, в результате которого судно уходило с курса на угол $\varphi = 6,2^\circ$ со скоростью $d\varphi/dt = 3,1\%/с$. Исправная плоскость правого борта переключалась в ту же сторону для уменьшения крена, тем самым еще более заглубляя СПК по высоте движения (уменьшая клиренс). Наблюдались колебания по глубине погружения крыльевых устройств от 1 м до 5,3 м (почти до водоизмещающего положения), приводившие к колебаниям по крену 8° и курсу -5° левого борта и -12° правого борта. Данное явление, как и на тихой воде, сопровождалось падением скорости движения до $0,2 V_{\max}$. Перед началом этого явления носовые крылья отклонялись на (-5°) (вверх), при этом левая плоскость начинала переключаться через 3,5 с после правой. Кормовые закрылки переключались на 10 с на угол $+15^\circ$, а на 15 с – на -15° . Средний период колебаний по глубине погружения крыльевых устройств составлял, как и на тихой воде, 35–45 с.

Итак, для принятых проектировщиком алгоритмов управления, при движении СПК в крыльевом режиме периодически возникают провалы по высоте (глубине погружения крыльевого устройства), сопровождающиеся значительным креном, вплоть до предельно допустимого, что приводит к срабатыванию защиты и переводу СПК в водоизмещающее положение. В этом случае возникают недопустимые напряжения в элементах конструкции крыльевого устройства, и перегружается главная энергетическая установка. Начинается раскачка СПК по каналу высоты и при попадании на значительные волны носовые крылья переключались на отрицательные углы, что приводит к заглублению судна до 5,3 м.

Анализ реализованных алгоритмов управления показал, что причинами неустойчивого движения СПК являются:

- наличие астатизма второго порядка в каналах крена, дифферента и глубины погружения крыльев, которое реализовано в каналах СУД двумя интегрирующими звеньями, первое из них установлено в каналах управления, а вторым является интегрирующий привод;
- формирование сигналов угловых скоростей по крену и дифференту по сигналам разнесённых вертикальных акселерометров без использования датчиков угловых ускорений;
- комплексирование в каналы высоты движения СПК (погружения крыльевого комплекса) сигналов вертикальных акселерометров и высотомера, выдающего информацию о суммарном значении инерциальной высоты и высоты волнения моря;
- наличие высокочастотных колебаний акселерометров засоряют каналы формирования корректирующих связей, а также ограничивают возможность изменения коэффициентов алгоритмов управления.

В результате проектировщик СУД для снижения риска возникновения аварийных ситуаций выполнил следующие мероприятия:

- исключение астатизма в каналах крена и дифферента (отключение интеграторов в секциях подсистем и перевод исполнительных приводов в позиционный режим);
- переход в канале высоты от астатизма второго порядка к астатизму первого порядка (за счет перевода исполнительных приводов в позиционный режим);
- расширение полосы пропускания и снижение колебательности акселерометров;
- использование для формирования сигналов коррекции в контурах стабилизации крена и дифферента сигналов датчиков угловых скоростей вместо сигналов вертикальных акселерометров.

Для обеспечения требований технических условий проектировщик изменил алгоритмы управления, которые приняли следующий вид:

$$\delta_p = k_{\dot{\phi}} \cdot \dot{\phi} + k_{\phi} \cdot \phi + k_{\int \phi} \int \phi \cdot dt = 3 \cdot \dot{\phi} + 2,7 \cdot \phi + 0,2 \cdot h \int \phi \cdot dt,$$

$$\delta_k = k_{\dot{\vartheta}} \cdot \dot{\vartheta} + k_{\vartheta} \cdot \vartheta = 9,2 \cdot \dot{\vartheta} + 5,6 \cdot \vartheta,$$

$$\delta_n^y = k_{\dot{\gamma}} \cdot \dot{\gamma} + k_{\gamma} \cdot \gamma = 1,8 \cdot \dot{\gamma} + 2,0 \cdot \gamma,$$

$$\delta_n^h = k_h \cdot h + k_{\int h} \int h \cdot dt + k_{\int W_y} \int W_y \cdot dt = 2,4 \cdot h + 0,4 \cdot \int h \cdot dt + 2,2 \cdot \int W_y \cdot dt,$$

где δ_p и δ_k – алгоритмы управления вертикальным рулём и кормовыми закрылками; δ_n^y – алгоритм управления носовыми крыльями по крену; δ_n^h – алгоритм управления носовыми крыльями по высоте; $k_{\dot{\phi}}$ – коэффициент усиления по производной угла отклонения курса; k_{ϕ} – коэффициент усиления по углу отклонения курса, $k_{\dot{\vartheta}}$ – коэффициент усиления по производной угла отклонения дифферента; k_{ϑ} – коэффициент усиления по углу отклонения дифферента; $k_{\dot{\gamma}}$ – коэффициент усиления по производной угла отклонения крена; k_{γ} – коэффициент усиления по углу отклонения крена; k_h – коэффициент усиления по высоте; $k_{\int h}$ – коэффициент усиления интегральной составляющей по высоте; $k_{\int W_y}$ – коэффициент усиления интегральной составляющей по ускорению центра тяжести; δ_n^y – угол отклонения носовых крыльев по крену; δ_n^h – угол отклонения носовых крыльев по высоте.

Реализация изменённых алгоритмов СУД обеспечила достаточное качество стабилизации СПК при его движении на всех КУВ при волнении моря 2,95 м 3% обеспеченности, удовлетворяющее техническим условиям на поставку и исключая аварийные ситуации по вине СУД:

- амплитуда углов бортовой качки составила $\pm 0,7^\circ - 1,6^\circ$ ($\pm 2^\circ$ по техническим условиям);
- амплитуда углов килевой качки составила $\pm 0,4^\circ - 0,8^\circ$ ($\pm 2^\circ$ по техническим условиям);
- величины ускорений составляют: в оконечностях – вертикальные – 0,25-0,7g, траверзные – 0,1 – 0,35 g, в центре тяжести – вертикальные – 0,15 – 0,4 g, траверзные – 0,1 – 0,35 g (1,0 g по техническим условиям).

Кроме того, на всех КУВ при волнении моря 5 баллов 3% обеспеченности, СПК устойчиво выходило в крыльевой режим без перерегулирования по высоте и при этом:

- носовые крылья работали только в области положительных углов перекаладки, что свидетельствует об отсутствии на носовых крыльях отрицательных нагрузок;
- средние углы перекаладки носовых крыльев близки к балансирным значениям при движении СПК в крыльевом режиме;
- время выхода СПК на крылья на всех КУВ составляло 30 – 35 с.

Заключение

Модернизированные алгоритмы управления в диапазоне волнений 3 -5 баллов, обеспечили требуемое качество стабилизации, а также плавную работу исполнительных приводов.

Модернизированные алгоритмы, обладая более простой структурой, предполагают:

- простую реализацию при изготовлении СУД, существенно снижающую трудоёмкость её изготовления и наладки на стенде;
- более простую методику отработки на СПК, что является существенным фактором при ограниченном количестве выходов на максимальном волнении моря 5 баллов;
- исключение необходимости тщательной отработки СУД на судне в условиях возможного влияния нелинейных факторов;
- исключение возможности появления ошибок на всех этапах отработки алгоритмов управления;
- повышение безопасности движения СПК на крыльях, так как исключается внезапное изменение параметров движения.

Список литературы

1. Колызаев Б.А., Косоруков А.И., Литвиненко В.А. Справочник по проектированию судов с динамическими принципами поддержания. – Л.: Судостроение, 1980. – 528 с.
2. Каминский В.Ю., Скороходов Д.А., Стариченков А.Л. Анализ и перспективы развития скоростных судов // Морские интеллектуальные технологии. – 2018. – № 3-1 (41). – С. 10-20.
3. Скороходов Д.А., Стариченков А.Л., Каминский В.Ю. Конструктивная безопасность высокоскоростного водного транспорта. – СПб.: ИПАВУЗ, 2020. – 280 с.
4. Егоров И.Т., Соколов В.Т. Гидродинамика быстроходных судов. – Л.: Судостроение, 1965. – 384 с.
5. Богданов А.Г., Каминский В.Ю., Скороходов Д.А., Черненко В.И. Выбор основных энергетических характеристик исполнительного привода аэроруля судна на воздушной подушке // Морские интеллектуальные технологии. – 2017. – № 4-3(38). – С. 79-83.
6. Каминский В.Ю., Маринов М.Л., Скороходов Д.А., Турусов С.Н. Исследование алгоритмической структуры системы управления движением судна на подводных крыльях // Морские интеллектуальные технологии. – 2018. – №1-1(39). – С.153-164.
7. Каминский В.Ю., Скороходов Д.А., Стариченков А.Л. Безотказность систем управления движением // Морские интеллектуальные технологии. – 2018. – № 1-1(39). – С.185-195.
8. Каминский В.Ю., Маринов М.Л., Скороходов Д.А., Стариченков А.Л. Управление движением судов на подводных крыльях в нормальных и аварийных ситуациях // Морские интеллектуальные технологии. – 2018. – № 2-2(40). – С.127-136.
9. Каминский В.Ю., Скороходов Д.А., Маринов М.Л. Расчёт параметров движения закрылков судна на подводных крыльях // Транспорт России: проблемы и перспективы-2019: материалы Международной научно-практической конференции. – СПб.: ИПТ РАН. – 2019. – Т. 1. – С.319-325.
10. Каминский В.Ю., Маринов М.Л., Скороходов Д.А., Турусов С.Н. Исследование энергетических характеристик исполнительных приводов систем управления движением судна на подводных крыльях // Морские интеллектуальные технологии. – 2018. – № 4-4(42). – С. 65-70.

ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ СУДНА С ИНТЕРЦЕПТОРАМИ

Каминский Валерий Юрьевич – кандидат технических наук, доцент, заведующий лабораторией проблем ресурсосбережения на транспорте

Скороходов Дмитрий Алексеевич – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории проблем безопасности транспортных систем

Андреюк Наталия Ростиславовна – младший научный сотрудник лаборатории проблем ресурсосбережения на транспорте

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

Аннотация. Известна математическая модель судна, построенная на общетеоретических принципах. На её основе и с использованием имеющейся информации о компоновке судна и параметрах установившихся режимов движения, полученных в результате модельных испытаний в гидродинамическом канале, предложена модель, предназначенная для получения предварительных результатов оценки динамических характеристик продольного движения судна, оборудованного интерцепторами, движущегося в переходном режиме, с учётом как гидростатических, так и гидродинамических сил поддержания, создаваемых корпусом и интерцепторами судна.

Представлены результаты моделирования на основе линеаризованных уравнений движения судна с интерцепторами и системой управления ими, которые подтверждают эффективность системы.

Ключевые слова: интерцепторы, система, качка, управление, алгоритм, мореходные характеристики, модель, анализ.

FEATURES OF THE FUNCTIONING OF THE SHIP'S MOTION CONTROL SYSTEM WITH INTERCEPTORS

Kaminsky Valery Yu. – Candidate of Engineering Sciences, Docent, Head of the Laboratory of Resource saving in transport

Skorokhodov Dmitriy A. – Doctor of Engineering Sciences, Full Professor, Chief Researcher Officer

Andreyuk Natalia R. – Junior Researcher

Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences

Abstract. A mathematical model of a ship based on general theoretical principles is known. Based on it and using the available information on the layout of the vessel and the parameters of steady-state motion modes obtained as a result of model tests in a hydrodynamic channel, a model is proposed designed to obtain preliminary results of evaluating the dynamic characteristics of the longitudinal motion of a vessel equipped with interceptors moving in a transient mode, taking into account both hydrostatic and hydrodynamic forces of maintenance, created by the hull and interceptors of the vessel.

The results of modeling based on linearized equations of motion of a vessel with interceptors and their control system are presented, which confirm the effectiveness of the system

Keywords: interceptors, system, pitching, control, algorithm, seaworthiness characteristics, model, analysis.

Современная система управления интерцепторами (СУИ) [1] в комплекте с исполнительными приводами предназначена для автоматического умерения бортовой и

килевой качки, для оптимизации параметров движения судна и исполнительных органов системы по критерию минимума гидродинамического сопротивления. Эта система получает информацию о положении корпуса от датчиков, измеряющих крен, дифферент и угловые скорости изменения этих величин. Далее в зависимости от скорости движения, крена, дифферента, сигналов от датчиков ускорений, сигналов о прямолинейном движении или циркуляции (развороте) формируются управляющие воздействия на интерцепторы. Управление осуществляется в автоматизированном режиме из рулевой рубки. Обмен данными между основным и резервным приборами вычислительными и рабочей станцией осуществляется по каналу Ethernet.

СУИ обеспечивает:

- управление положением интерцепторов в зависимости от скорости хода судна, вводимой оператором загрузки судна и балльности волнения и по информации от датчиков параметров движения (умерение качки);
- обмен информацией с другими установленными на судне системами автоматизации;
- контроль параметров движения судна с выработкой предупредительной сигнализации в случае возникновения опасных режимов;
- предоставление информации на дисплее рабочей станции о текущих положениях органов управления и параметрах движения судна, хранение архивных данных.

Недостатками представляемых систем управления является отсутствие информации по уравнениям движения для проверки работоспособности предлагаемых систем управления и невозможности оценки эффективности работы системы управления. Кроме того, как показал опыт использования системы подобного типа, наличие в алгоритмах управления составляющих по второй производной параметров движения судна, может вызвать автоколебательный процесс по крену и дифференту.

Исследования особенностей движения скоростного судна, оборудованного носовыми и кормовыми интерцепторами, проведённые в гидродинамическом канале, показали, что перед интерцепторами создаются зоны повышенного давления. За носовыми интерцепторами появляется воздушная каверна, заполняемая атмосферным воздухом. При этом происходит перераспределение и изменение сил и моментов, действующих на днище судна, что существенно уменьшает его смоченную поверхность. В результате на 10-20% снижается сопротивление движению [2].

В начале разгона скоростного судна сопротивление движению меняется по тем же законам, что и для судна водоизмещающего. Момент, когда гидродинамические подъемные силы, действующие на днище, достигают достаточной величины и корпус начинает всплывать, отражается на кривой зависимости сопротивления воды движению судна от его скорости, в виде характерного изгиба – «горба». Управление кормовыми интерцепторами уменьшает «горб» сопротивления при неблагоприятных носовой и кормовой центровке судна.

Можно существенно улучшить ходовые и мореходные характеристики судна, обеспечив оптимальную посадку судна во всём диапазоне движения на волнении, путём секционирования носовых и кормовых интерцепторов и управляя их положением

Формирование системы управления интерцепторами скоростного судна возможно в рамках математической модели движения судна на волнении. Подобная модель представляет систему нелинейных уравнений с переменными коэффициентами решение которой, в общем случае, не всегда возможно. Однако можно найти частное решения упрощенной системы дифференциальных уравнений, в которой не учитываются некоторые второстепенные факторы, и, при этом, можно получить достаточно простую математическую модель, использование которой способствует сокращению сроков и стоимости проектирования судна с системой управления интерцепторами (СУИ).

В работах [2-4] предложена математическая модель судна, построенная на общетеоретических принципах. На её основе и с использованием имеющейся информации о компоновке судна и параметрах установившихся режимов движения, полученных в результате

модельных испытаний в гидродинамическом канале, предлагается модель для проведения предварительной оценки динамических характеристик продольного движения судна, оборудованного интерцепторами, движущегося в переходном режиме, с учётом как гидростатических, так и гидродинамических сил поддержания, создаваемых корпусом и интерцепторами судна.

Моделирование сил и моментов, действующих на судно

Гидростатические силы и моменты, действующие на судно [2], обуславливаются объёмом погруженной части корпуса за вычетом объёма, находящегося над «воздушной ямой» (каверной), являющейся динамической разновидностью воздушной подушки, когда слой сжатого воздуха под днищем образуется вследствие движения судна.

Гидродинамические силы и моменты, действующие на носовую и кормовую части корпуса [3-5], принимаются эквивалентными силам и моментам, возникающим на глиссирующих пластинах, имеющих площади, размах и удлинение, соответствующие проекциям замкнутых частей корпуса судна на горизонтальную плоскость, и вычисляются с учётом эффективного удлинения, килеватости пластин, подпора и присоединённых масс жидкости в предположении несущественности нестационарных составляющих.

Угол глиссирования носовой пластины принимается равным наклону линии, проходящей через отметку установки носовых исполнительных органов (ИО) и точку пересечения килевой линии с уровнем невозмущённой водной поверхности (НВП).

Угол глиссирования кормовой пластины принимается равным наклону линии, проходящей через отметку установки кормовых ИО и заданную точку пересечения килевой линии с поверхностью возможной «воздушной ямы».

Наличие «воздушной ямы» обуславливается возбуждением, замыкающемся на днище судна [3]. При этом предполагается, что яма имеет цилиндрическую поверхность в поперечнике, а её параметры вычисляются по формулам [2].

Линейная математическая модель короткопериодического продольного движения судна в отклонениях от установившегося (сбалансированного) состояния, полученная в результате анализа исходных уравнений пространственного движения абсолютно жёсткого твёрдого диаметрально симметричного тела в условиях применимости метода малых отклонений, записывается в общем виде, как система двух дифференциальных уравнений – сил, действующих по оси ОУ, и моментов относительно оси ОZ.

Тестирование модели скоростного судна с интерцепторами

Математическая модель продольного движения сформирована для скоростного судна водоизмещением 250 т.

Результаты моделирования представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты моделирования

Скорость	30 узлов			40 узлов		
	Курсовой угол ветра (КУВ), градусы	70	135	180	70	135
Максимальный дифферент без СУИ	4,0	5,4	6,2	3,7	5,3	5,8
Максимальный дифферент с СУИ	3,6	4,5	4,7	3,1	3,5	3,8
Кратность умерения дифферента	1,1	1,2	1,25	1,2	1,5	1,5

Алгоритмы управления СУИ имели следующий вид:

$$\sigma_{l,n}^H = \pm K_1^\theta \cdot \Delta\theta \pm K_2^\theta \cdot \frac{d\Delta\theta}{dt} - K_{oc}^H \cdot h_{l,n}^H;$$

$$\sigma_{l,n}^K = K_1^\psi \cdot \Delta\psi + K_2^\psi \cdot \frac{d\Delta\psi}{dt} - K_{oc}^K \cdot h_{l,n}^K,$$

где $\sigma_{л,п}^H$, $\sigma_{л,п}^K$ – алгоритмы управления, соответственно, носовыми левым и правым интерцепторами и кормовыми левым и правым интерцепторами; K_1^θ , K_2^θ , K_1^ψ , K_2^ψ – коэффициенты усиления алгоритмов управления; $\Delta\theta$, $\Delta\psi$ – соответственно, отклонение угла крена от нулевого положения и угла дифферента от установившегося значения, обеспечивающего максимальную скорость хода; K_{oc}^H , K_{oc}^K – коэффициент обратной связи по величине выдвигания носовых и кормовых интерцепторов; $h_{л,п}^H$, $h_{л,п}^K$ – величина выдвигания носовых и кормовых интерцепторов.

Исследования проводились для волнения моря 3 балла 3%-ой обеспеченности. Результаты математического моделирования показали, что умерение килевой качки составило 1.1-1.5 раза в зависимости от курсового угла движения к волне. На тихой воде симметричные относительно диаметральной плоскости судна выдвигания интерцепторов, обеспечивающие оптимальную посадку судна, позволяют на 20-30% снизить сопротивление воды движению, что может при соответствующем выборе движителей обеспечить прирост скорости полного хода на 3-4 узла.

По результатам теоретических исследований было дооборудовано высокоскоростное глиссирующее судно массой 190 т [6] побортно расположенными носовыми и кормовыми интерцепторами с приводами и системой управления. СУИ содержала пульт управления, формирующий алгоритмы управления интерцепторами, блок датчиков, обеспечивающих выдачу информации в пульт управления по крену и дифференту судна и установленный в центре масс судна, а также следящих приводов, каждый из которых с помощью тяг и качалок шарнирно соединён с соответствующими секциями интерцепторов.

Результаты испытаний судна представлены в таблице 2 и на рисунках 1 и 2.

Таблица 2 – Результаты испытаний

Скорость	30 узлов			40 узлов		
	70	135	180	70	135	180
КУВ, градусы	70	135	180	70	135	180
Максимальный крен, без СУИ	11,9	7,2	3,1	13,7	6,6	2,0
Максимальный крен, с СУИ	6,2	2,6	0,9	4,4	2,0	0,5
Кратность умерения крена	1,9	2,7	3,5	3,1	3,3	4,5
Максимальный дифферент, без СУИ	3,4	5,1	6,1	3,4	5,3	6,0
Максимальный дифферент, с СУИ	3,1	3,8	4,4	3,1	3,5	4,0
Кратность умерения дифферента	1,1	1,32	1,4	1,1	1,5	1,5

Испытания проводились с выключенной и включённой системой управления при движении судна на скорости 30 узлов и 40 узлов при волнении моря 3 балла 3% – ой обеспеченности. Как видно из таблицы 2 СУИ обеспечивает умерение бортовой качки в 2-5 раз и в 1,1-1,5 раза – килевой качки. Кроме того, за счёт уменьшения сопротивления движению судна его скорость увеличивается на 3-12 % в зависимости от курсового угла движения к волне. Таким образом, данные математического моделирования продольного движения судна подтвердились. При этом улучшились условия обитаемости персонала, заключающиеся в минимизации боковых и вертикальных перегрузок, что позволило свободно перемещаться по судну и управлять его техническими средствами.

Кроме того, испытания на волнении показали, что при работающих интерцепторах в 1,5-3 раза улучшается курсовая устойчивость движения судна, а также его маневренные характеристики. Для судов с убранными носовыми интерцепторами на переходных режимах движения показано, что при углах перекадки рулей в 20° время циркуляции уменьшилось в 1,5 раза с соответствующим уменьшением крена.

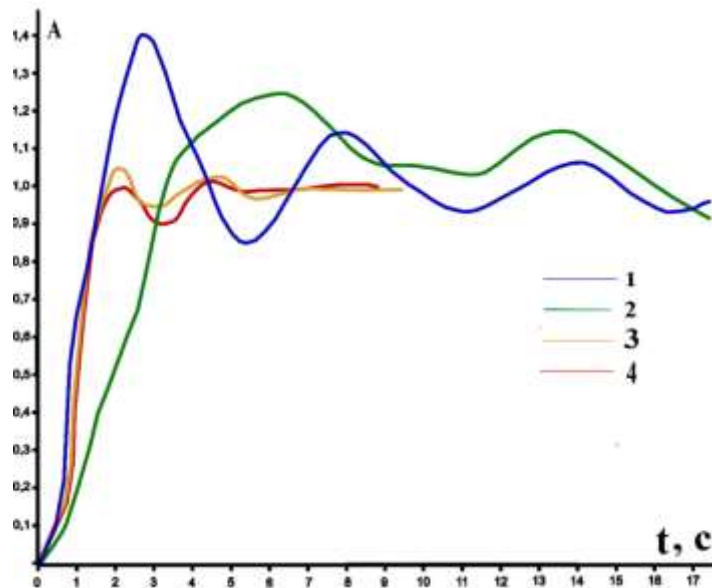


Рисунок 1 – Переходные процессы по крену:
 1, 2 – при выключенной системе управления, 3, 4 – при включенной системе управления
 (скорость хода 32 узла, волнение моря 3 балла 3% обеспеченности)

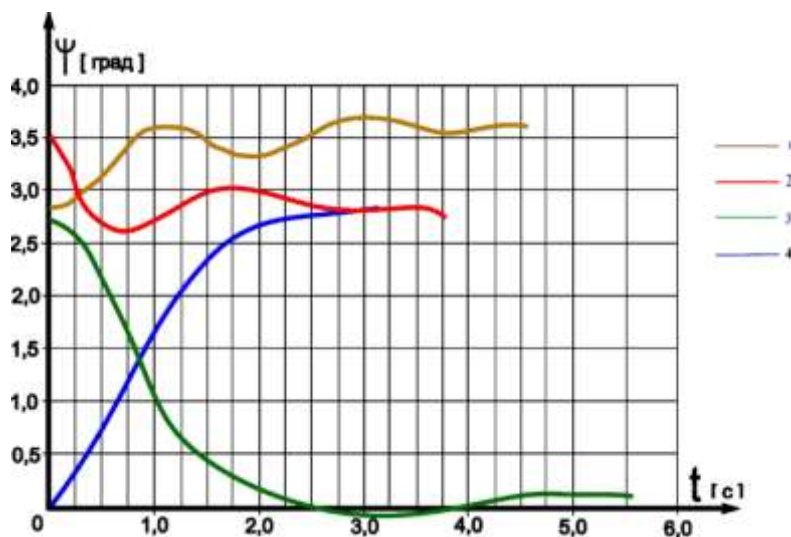


Рисунок 2 – Переходные процессы по дифференту:
 1 – выдвигание кормовых интерцепторов – 0 мм, выдвигание носовых интерцепторов – 0 ... 120 мм; 2 – выдвигание кормовых интерцепторов – 0 мм, выдвигание носовых интерцепторов – 120 ... 0 мм; 3 – выдвигание кормовых интерцепторов – 0 ... 90мм, выдвигание носовых интерцепторов – 0 мм; 4 – выдвигание кормовых интерцепторов – 90 ... 0 мм, выдвигание носовых интерцепторов – 0 мм. Скорость хода 32 узла, волнение моря 3 балла 3% обеспеченности

Из рисунка 1 видно, что при выключенной системе управления интерцепторами переходный процесс по крену носит резко колебательный характер с большой амплитудой перерегулирования, и процесс остаётся колебательным более 18 с. При включённой системе управления амплитуда перерегулирования в 8 раз меньше, чем при выключенной системе, а колебательный процесс прекращается практически на 7 с.

Из рисунка 2 видно, что наилучшим режимом управления по установлению требуемого дифферента, является режим 4, при котором процесс проходит плавно без перерегулирования.

Заключение

Рассмотрены особенности формирования дифференциальных уравнений движения скоростного судна, оборудованного интерцепторами, которые позволяют применить их для любого судна данного типа.

Предлагаемый подход к математическому моделированию обеспечивает создание достаточно простых линейных и нелинейных имитационных моделей пространственного движения скоростного судна с интерцепторами, позволяющих решать задачи синтеза алгоритмов управления.

Представлены результаты моделирования на основе линеаризованных уравнений движения судна с интерцепторами и системой управления ими, которые подтверждают её эффективность.

Натурные испытания подтвердили результаты моделирования и обосновали необходимость установки интерцепторов и системы управления ими с целью повышения эффективности эксплуатации.

Список литературы

1. Каминский В. Ю., Скороходов Д.А., Стариченков А. Л. Анализ и перспективы развития скоростных судов // Морские интеллектуальные технологии. – 2018. – № 3-1(41). – С. 10-20.
2. Колызаев Б.А., Литвиненко А.И., Косоруков А.И. Справочник по проектированию судов с динамическими принципами поддержания. – Л.: Судостроение, 1980. – 472 с.
3. Справочник по теории корабля. – Л.: Судостроение, 1985. – 768 с.
4. Эпштейн Л.А. Устойчивость глиссирования гидросамолётов и глиссеров. – М.: Труды ЦАГИ, вып.500, 1941. – 120 с.
5. Богданов А.Г., Каминский В.Ю., Скороходов Д.А., Черненко В.И. Выбор основных энергетических характеристик исполнительного привода аэроуля судна на воздушной подушке // Морские интеллектуальные технологии. – 2017. – № 4-3(38). – С. 79-83.
6. Егоров И.Т., Соколов В.Т. Гидродинамика быстроходных судов. – Л.: Судостроение, 1965. – 384 с.

УДК 656.61.052

ЭЛЕКТРОННЫЕ НАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ НА ВОДНОМ ТРАНСПОРТЕ

Масленников Сергей Николаевич – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой управления работой флотом

Синицын Михаил Геннадьевич – кандидат технических наук, доцент кафедры управления работой флота

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта»

Аннотация. *Описано современное состояние электронных навигационных систем и их место в условиях рек с естественными путевыми условиями. Показано, что электронные навигационные системы могут быть частью управления перевозками во всем речном бассейне, а не отдельном судне, не на отдельном участке, не в конкретный отрезок времени. Развитие технических средств должно производиться в рамках развития интегрированной воднотранспортной системы. Научно-обоснованные данные мониторинга русловых процессов и режимов движения судов в масштабах всего речного бассейна дадут материал для решений, соответствующих наиболее полному использованию потенциала путевых условий и перспектив развития экономики региона.*

Ключевые слова: судоходство, внутренние водные пути, электронные навигационные системы, водотранспортная система.

ELECTRONIC NAVIGATION SYSTEMS IN THE WATER TRANSPORT SYSTEM

Maslennikov Sergey N. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Fleet Management

Sinitsyn Mikhail G. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Fleet Management

Siberian State University of Water Transport

Abstract. The current state of electronic navigation systems and their place in rivers with natural travel conditions are described. It is shown that electronic navigation systems can be part of transportation management in the entire river basin, and not on an individual vessel, not on a separate section, not at a specific period of time. The development of technical means should be carried out within the framework of the development of an integrated water transport system. Scientifically based monitoring data of channel processes and vessel traffic patterns throughout the entire river basin will provide material for decisions that correspond to the fullest use of the potential of channel conditions and prospects for the development of the region's economy.

Keywords: shipping, inland waterways, electronic navigation systems, water transport system.

Несмотря на то, что внутренний водный транспорт занимает устойчивые позиции в транспортной системе, его потенциальные возможности остаются не реализованными. Необходимость обновления флота, переключение на речной транспорт грузов с железной и автомобильных дорог являются одним из государственных приоритетов в его развитии [1].

Однако неопределенность экономической конъюнктуры развития отдельных регионов в стратегическом плане определяет сложность принятия управленческих решений по привлечению и реализации инвестиций в речной транспорт [2]. Тем более, что собственно реализация инвестиционных проектов и сезонность речного транспорта требуют времени.

Судоходство на внутренних водных путях не может существовать без развитой инфраструктуры, которая должна обеспечивать:

- техническое содержание стареющего флота, требующее все возрастающих расходов из-за роста требований по безопасности судоходства, экологической и транспортной безопасности;
- содержание водных путей: дноуглубительные и выправительные работы, содержание судоходной обстановки, обслуживание гидротехнических сооружений, картография;
- безопасная эксплуатация флота и объектов инфраструктуры.

Изменение номенклатуры перевозок на речном транспорте в пользу низко тарифицированных навалочных грузов, сокращение объемов перевозок, в том числе из-за диспропорции в развитии отдельных видов транспорта ухудшают экономическое положение судоходных компаний.

Судоходство – отрасль, требующая огромных финансовых вложений и постоянного развития, и как любой экономический субъект использует и реализует эффект масштаба [3]. Эффект масштаба, снижение затрат на единицу продукции при укрупнении производства – самый распространенный путь повышения конкурентоспособности. Любое незначительное достижение в этом направлении будет означать впечатляющую дополнительную выгоду с точки зрения снижения затрат и повышения эффективности. Большая производительность работы флота приводит к снижению затрат на единицу продукции. Выгоды, выраженные в

затратах на единицу продукции, в первую очередь увеличиваются вместе с грузоподъемностью судна. Так, средняя грузоподъемность морских судов для перевозки генеральных грузов выросла на 21,6%. Аналогичная ситуация на речном флоте представлена на рисунке. С 2012 года средняя грузоподъемность судов выросла на 32,6 %. Экономия на масштабе – это и снижение эксплуатационных расходов, и снижение относительной стоимости строительства, и новые технологии, позволяющие быстро строить крупные суда и быстро производить с ними грузовые работы.

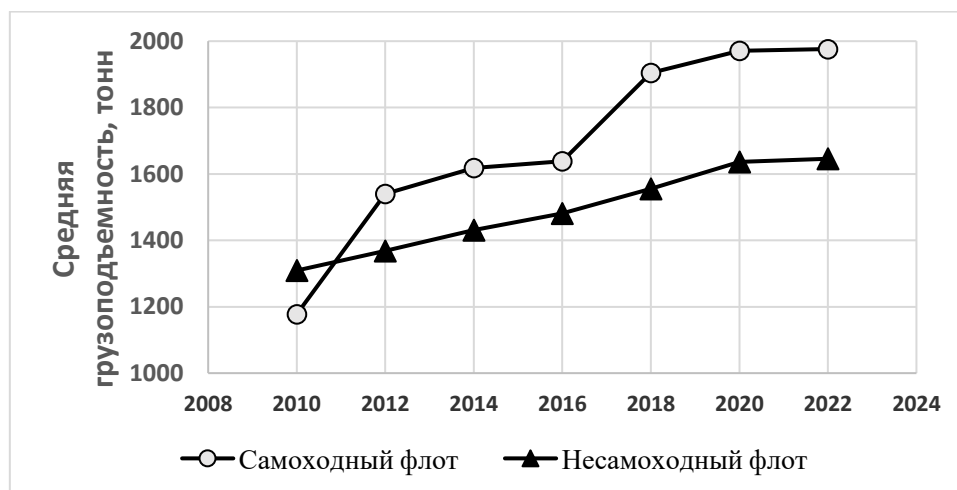


Рисунок – Динамика средней грузоподъемности судов, эксплуатируемых на внутренних водных путях

В абсолютном исчислении средняя грузоподъемность выросла на 420 т до 1700 т и можно предположить, что осадка судна выросла примерно на 20 см. Казалось, что этот процесс должен сопровождаться увеличением гарантированных глубин, но на самом деле среднее увеличение глубин по рекам России на 20 см это огромная цифра.

При этом за последние десятилетия при производстве путевых работ не происходит увеличения гарантированных глубин, не происходит сколь либо значительного роста протяженности обслуживаемых внутренних водных путей, зачастую происходит срыв гарантированных глубин из-за недостаточного финансирования и маловодности вследствие глобальных климатических процессов. Нужно отметить, что принимаются усилия по качественному содержанию внутренних водных путей – рост протяженности водных путей с освещаемой судоходной обстановкой.

Таким образом, противоречия между требованиями судоходных компаний по увеличению гарантированных глубин и объективными сложностями в обеспечении необходимых путевых условий углубляются. Простое увеличение объема дноуглубительных работ не решает задачу увеличения глубин, путь экстенсивного развития путевого хозяйства бесперспективен. Прежде всего, это относится к рекам, находящимся в свободном состоянии.

Проведение путевых работ на реках, находящихся в естественном состоянии, показывает, что эффективные путевые работы должны сопровождаться сохранением морфологических условий. Динамичная и активно изменяющаяся вследствие климатических условий глубина (случайный характер паводков, ледовых условий, осадков, влияние геологий и морфологии бассейнов рек) требует соблюдения следующих принципов:

- 1) оперативный мониторинг судоходных условий и оперативное информирование судоводителей, судовладельцев и других участников транспортного процесса;
- 2) понимание физических процессов в естественных реках, сопровождающих путевые работы;

3) оценка надежности динамического управления фарватером – контроль и корректировка навигационной информации и изменение судоходной обстановки во вновь возникающих условиях;

4) оценка технических, эксплуатационных, экономических и экологических взаимосвязей.

Информационные технологии проникают в управление судоходством в таком сложном секторе транспорта как внутренние водные пути. Преимущество внедряемых электронных навигационных карт очевидно. Несмотря на значительное ускорение получения гидрографической информации через промерные катера, из-за изменчивости русел рек, находящихся в естественном состоянии, навигационные карты не актуальны на момент их доступности для судоводителей.

Беспилотные технологии стали одной из горячих точек в области искусственного интеллекта [4]. Из-за быстрого развития беспилотных технологий и нехватки рабочей силы, с которой сталкивается судоходная отрасль, судостроительная отрасль все еще находится на стадии структурной перестройки, модернизации и избыточных мощностей. Судовладельцы очень стремятся к «умным», экологичным, безопасным и эффективным» судам, а беспилотные корабли развиваются быстрее, чем ожидалось.

Компания Ситроникс достигла значительного прогресса в этой области, создав инновационную систему гидроакустической разведки. Эта система, основанная на современных алгоритмах обработки и анализа данных, обеспечивает высокую точность и эффективность обнаружения и классификации подводных объектов. Компания разрабатывает решения и для берега, и для судов, и сервисы на основе космических данных. Одной из ее составных частей является ЭКНИС – электронная картографическая навигационно-информационная система собственной разработки. Для обнаружения надводных объектов задействована радиолокационная система «Беринг.РЛД», а актуальная информация о состоянии судовых систем выводится на панель виртуальных приборов [5]. Sitronics КТ успешно протестировали систему дистанционного управления речными судами. Интегрированная на судно-буксир технология прошла опытную эксплуатацию на реке Томь. Разработка находится на стыке технологий искусственного интеллекта, математического моделирования, распознавания и идентификации. Ее тестирование продлилось 15 дней, за это время буксировщик, управляемый оператором на суше, прошел около 80 км. Навигационные системы и камеры в режиме реального времени передавали информацию о судне. Это позволило контролировать его движение и положение на карте, состояние главных двигателей и рулевых машин.

Широкое распространение получили беспилотные гидрографические аппараты с многолучевым эхолотом [6]. Есть практика установки различных датчиков и приборов при определенной необходимости: профилограф скорости течения, оценка характеристики воды, лидар для фиксации береговой линии и береговых объектов. Цифровой водный путь – это не только фарватер. Это – инфраструктура водных путей – это, главным образом, знаки навигационного ограждения, положение и масштаб постоянных объектов для ориентирования. Двухмерные модели цифрового водного пути можно создать путем сбора и создания электронной навигационной карты. В свою очередь, голографические сцены могут быть созданы для расширения области применения цифрового водного пути. Во-вторых, объекты обслуживания, включая судно, док, якорную стоянку и объект водоснабжения. Сбор данных о судне направлен на отслеживание навигационной траектории судна и мониторинг погрузочно-разгрузочных работ на причале. Таким образом, он может реализовать замкнутое отслеживание траектории движения судов и грузов и создать условия для анализа логистической цепочки поставок на основе больших данных о портах и судоходстве [7]. Портовый терминал, якорная стоянка и зона обслуживания являются вспомогательными объектами для прибытия судов. На основе электронной навигационной карты собирается информация об атрибутах причала для дальнейшего обогащения ее содержимого, таким образом формируя большой пул ресурсов данных для порта и судоходства.

В-третьих, объект конфликта, в том числе судошлюз, гидроузел, мост и трубопровод через реку, являются внешними факторами, влияющими на развитие и строительство водного пути. Среди них мосты и трубопроводы оказывают особое сдерживающее влияние.

Однако описанные выше инженерные мероприятия должны стать частью управления перевозками во всем речном бассейне, а не на отдельном судне, не на отдельном участке, не в конкретный отрезок времени. Во-первых, конечная цель судоходства – это перемещение груза в интересах народного хозяйства, также, как и конечная цель деятельности всей инфраструктуры судоходства. Во-вторых, весь речной бассейн является транспортной системой, связанной естественными водными путями, которая должна быть связана с другими видами транспорта. В-третьих, оперативный мониторинг всех элементов, звеньев, оборудования, судовых систем и т.д. В-четвертых, планирование, организация, контроль и регулирование должно касаться всех элементов воднотранспортной системы: «путь – флот – порты» и на всех уровнях управления: стратегическом, тактическом и оперативном.

Таким образом, целесообразно, чтобы развитие технических средств производилось в рамках развития интегрированной воднотранспортной системы. Получение научно-обоснованных данных в результате мониторинга наносов и режимов движения судов в масштабах всего речного бассейна даст материал для разработки сетки типов судов, соответствующих наиболее полному использованию потенциала путевых условий и перспектив развития экономики региона.

Список литературы

1. Синицын М.Г., Седунова М.В., Ноздрачёва Н.В. Интеллектуальные транспортные системы на речном транспорте // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2018. – № 2. – С. 25-28.
2. Karetnikov V.V., Menshikov A.I., Rudy'kh S.V. Some aspects of creating a telecommunication automated system for organizing the vessels traffic on inland waterways // Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova. – 2019. – № 11(2). – Рр. 222–229.
3. Гамс А.В. Тенденции развития безэкипажного (автономного) судовождения в России // Научные труды Дальрыбвтуза. – 2022. –Т. 61, № 3. – С. 57–63.
4. Синицын М.Г., Седунова М.В., Ноздрачёва Н.В. Интеллектуальные транспортные системы на речном транспорте // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2018. – № 2. – С. 25-28.
5. Синицын М.Г., Синицын Г.Я., Архипов А.Е. Виртуальная и дополнительная реальность как драйвер развития образовательной среды // Актуальные вопросы профессионального образования и пути их решения: материалы Международной научно-практической конференции. – 2019. – С. 84-86.
6. Кузьмичев И.К., Бафанов А.П., Костров В.Н., Любимов В.И. Составляющие технического прогресса и эффективного управления на водном транспорте // Речной транспорт (XXI век). – 2021. – № 3 (99). – С. 32-36.
7. Сухарев Д.Н., Ничипорук А.О. Зарубежный опыт регулирования и поддержки развития инфраструктуры внутреннего водного транспорта // Прикаспийский регион: международные отношения, экономика, логистика, право, экология и социокультурные аспекты: IV Международный круглый стол (конференция). – 2023. – С. 53-59.

УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ ВНУТРЕННЕГО ВОДНОГО ТРАНСПОРТА

Михалеви́ч Игорь Феодосье́вич – кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник кафедры управления и защиты информации

Иванова Нина Дмитриевна – аспирант, ассистент кафедры управления и защиты информации; ассистент кафедры высшей математики

Якунчи́ков Влади́мир Влади́мирович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры водных путей, портов и портового оборудования;

директор Научно-образовательного центра морского, внутреннего водного транспорта и технологий автономного судовождения (НОЦ МВВТuТАС)

ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта»

Аннотация. В работе исследован контекст информационной безопасности (ИБ) интеллектуальных транспортных систем (ИТС) внутреннего водного транспорта (ВВП). Сформированы цели обеспечения ИБ и обобщенная схема сущностей и мероприятий, влияющих на обеспечение ИБ ИТС ВВП. Определен процесс управления рисками ИБ на основе модели угроз безопасности информации (УБИ), обозначены проблемы экспертной оценки рисков и автоматизации моделирования УБИ.

Ключевые слова: информационная безопасность, автоматизированные системы корпоративного управления, автоматизированные системы технологического управления, уязвимости информационной безопасности, угрозы безопасности информации, модель угроз безопасности информации, банк данных угроз безопасности информации ФСТЭК России, MITRE ATT&CK.

INFORMATION SECURITY RISK MANAGEMENT OF INLAND INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS

Mikhalevich Igor F. – PhD in Engineering sciences, Associate Professor, Senior Researcher

Ivanova Nina D. – PhD student, assistant lecturer

Yakunchikov Vladimir V. – PhD in Engineering sciences, Associate Professor

Russian University of Transport (MIIT).

Abstract. This article explores the context of information security of inland intelligent transport systems (ITS). The goals of information security support and a generalized diagram of the essence and activities that affect the provision of information security of inland ITS are formed. The process of information security risk management is determined based on the information security threat model, and the problems of expert judgment for risk assessment and automation in threat modeling are outlined.

Keywords: information security, automated corporate control systems, automated process control systems, information security vulnerabilities, information security threats, information security threat model, threat database of the FSTEC of Russia, MITRE ATT&CK.

Интеллектуальные транспортные системы внутреннего водного транспорта представляют собой сложные интегрированные системы, выполняющие функционал информационных технологий (ИТ) и операционных технологий (ОТ) [1]. Классические методы управления рисками информационной безопасности и моделирования УБИ при должной степени модификации могут способствовать повышению уровня ИБ таких систем.

Контекст информационной безопасности ИТС ВВП

В ИТС ВВП выполнение функционала ИТ и ОТ реализуется автоматизированными системами корпоративного управления (АСКУ) и автоматизированными системами технологического управления (АСТУ) соответственно. Основными целями обеспечения ИБ АСКУ являются [2] защита свойств конфиденциальности, целостности и доступности информации.

Влияние опасных воздействий на вышеперечисленные свойства информации учитывается большинством методик оценки информационной защищенности объектов информатизации [3], при этом под защищаемой информацией традиционно подразумевается ее цифровой, а не аналоговый вид. Для описания целей ИБ интегрированной автоматизированной системы корпоративного и технологического управления (ИАСКиТУ) данной триады недостаточно. Обозначим за нарушение свойства подлинности информации намеренное или случайное искажение аналоговой информации до (или при) ее преобразования в цифровые данные.

Управление рисками ИБ с использованием модели УБИ БДУ ФСТЭК России и матриц MITRE ATT&CK

Угрозы безопасности информации (УБИ) представляют опасные события для обеспечения ИБ ИТС ВВП. Возможность их реализации обуславливается уязвимостями – некоторыми формами неисправности, слабости или недостатками в инфраструктуре, реализуемых процессах, аппаратном или программном обеспечении, политике безопасности ИТС ВВП. Риск ИБ характеризует влияние возможной успешной реализации угрозы ИБ (или их совокупности) на цели обеспечения ИБ ИТС ВВП. Управление рисками ИБ представляет собой процесс выявления, оценки и снижения рисков ИБ. Одной из стадий процесса управления рисками ИБ является оценка рисков, включающая идентификацию, установление значения и сравнительную оценку рисков ИБ с принятыми для конкретной организации критериями. Для определения, оценки и приоритизации угроз ИБ формируется модель УБИ, описывающая существующие угрозы ИБ.

Традиционно оценка рисков ИБ осуществляется преимущественно с использованием метода экспертной оценки, который предполагает оценку рисков на основе субъективного суждения лиц, принимающих решения, и во многом зависит от уровня знаний экспертов. Например, оценка УБИ, связанных с алгоритмами искусственного интеллекта и характерных для ИТС ВВП высоких уровней автономности, может вызвать затруднения у экспертов ИБ, не являющихся разработчиками таких систем. Потому, в том числе, с целью обеспечения мониторинга и переоценки рисков ИБ в режиме реального времени реализуется частичная или полная автоматизация процесса управления рисками ИБ.

Управление рисками ИБ отечественных ИТС ВВП, являющихся объектами критической информационной инфраструктуры (ОКИИ), определяется требованиями ФСТЭК России. В том числе, модель УБИ для таких ИТС ВВП формируется на основе Банка данных угроз (БДУ) безопасности информации ФСТЭК России. Последняя методика моделирования (оценки) УБИ ФСТЭК России (утвержденная 5 февраля 2021 года) допускает использование фреймворка MITRE ATT&CK, представляющего собой базу знаний о поведении нарушителей (используемых тактиках, техниках и процедурах) в течение всего цикла реализации УБИ. На рисунке представлена обобщенная схема сущностей и мероприятий, влияющих на обеспечение ИБ ИТС ВВП.

Проблемы и возможности автоматизации моделирования УБИ ИТС ВВП

В работе [4] обозначены следующие основные проблемы, возникающие при автоматизированном моделировании УБИ с использованием БДУ ФСТЭК России:

- проблема чрезмерной агрегации угроз: УБИ, определяемые одним и тем же идентификатором могут быть реализованы различными сценариями;
- отсутствие или недостаточность разработанной таксономии угроз, вследствие чего возникает проблема дублирования УБИ.



Рисунок – Мероприятия и сущности, влияющие на ИБ ИТС ВВП

В качестве решения проблемы автоматизации моделирования УБИ предлагается соблюдение принципа атомарности, заключающегося в том, что каждая угроза должна быть определена конкретным одиночным действием и приводить к однозначным последствиям. В работе [5] была исследована и подтверждена применимость разработанного средства автоматического моделирования сценариев УБИ, основанного на базе знаний MITRE ATT&СК, на примере ИТС автономного судовождения.

В общем случае для автоматизации моделирования УБИ необходимо решить две задачи: сформировать банк УБИ (на основе имеющихся баз данных) и разработать приложение для автоматизации процесса. Применимо для ИТС ВВП необходимо также учесть специфику исследуемого объекта [6]. Суда внутреннего плавания функционируют в другой среде по сравнению с судами морского плавания, с другими системными требованиями и размерами. Некоторые отличительные особенности судовождения ВВП могут нести риски ИБ. Например, для нарушителя ИБ гораздо легче реализовать несанкционированное нахождение на борту судна внутреннего плавания, чем на борту судна морского плавания. Кроме того, для реализации связи с береговыми службами ИТС ВВП могут ограничиться протоколами мобильной радиосвязи (например, 4G), тогда как ИТС морского транспорта на значительных дистанциях используют спутниковую связь. Таким образом, сценарии УБИ и их реализуемость для ИТС ВВП могут отличаться от ИТС морского транспорта.

Заключение

В результате исследования был определен контекст ИБ ИТС ВВП и процесс управления рисками ИБ с использованием модели УБИ на основе БДУ ФСТЭК России и MITRE ATT&СК. В работе также были определены проблемы и возможности автоматизации моделирования УБИ и отмечены отличительные особенности ИТС ВВП, которые необходимо учесть при формировании банка УБИ.

Список литературы

1. Алексеенков А.Е., Ключникова Д.Д. Кибербезопасность на водном транспорте // Региональная информатика (РИ-2022) – 2022: материалы Юбилейной XVIII международной

конференции. – СПб.: Государственный университет морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2022. – С. 258-259.

2. Дубовик В.С. Обеспечение информационной безопасности асу тп цп как объекта критической информационной инфраструктуры // Energynet. Unicon – 2021: материалы Международной молодежной конференции по направлению цифровой трансформации электроэнергетики. – Севастополь.: Севастопольский государственный университет. – 2021. – С. 10-20.

3. Калашников А.О., Михалевич И.Ф. Анализ систем классификации защищенности автоматизированных и информационных систем значимых объектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации // Информация и безопасность. – 2018. – Т. 21, вып. 1. – С. 28-37.

4. Антонов Р.А., Карачанская Е.В. Проблемы автоматизации оценки угроз безопасности информации и пути их решения // Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке. – 2020. – Т. 1. – С. 165-171.

5. Serru T., Nguyen N., Batteux M., Rauzy A. Modeling Cyberattack Propagation and Impacts on Cyber-Physical System Safety: An Experiment // Electronics. – 2023. – № 12 (1). – 20 с.

6. Васильева О.Е., Дмитриева А.А., Макеев И.В. Особенности развития внутреннего водного транспорта России на современном этапе // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. – 2018. – №4 (200). – С. 64-71.

УДК 519.8

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ РАВНОВЕСНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТОКОВ В СЕТИ

Крылатов Александр Юрьевич – доктор физико-математических наук, профессор, профессор и заведующий кафедрой кафедры математической теории экономических решений

Санкт-Петербургский государственный университет;

Ведущий научный сотрудник

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

Король Максим Максимович – младший научный сотрудник лаборатории проблем организации транспортных систем

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

Аннотация. Статья посвящена исследованию задачи равновесного распределения потоков в сети, сравнению существующих алгоритмов её решения. Основной целью при реализации алгоритмов являлось обеспечение высокой точности получаемых результатов. В работе были рассмотрены основные подходы к решению задачи равновесного распределения потоков: link-based и path-based.

Ключевые слова: задача равновесного распределения потоков в сети, нелинейная оптимизация, равновесие по Вардрону.

COMPARISON OF METHODS FOR SOLVING THE TRAFFIC ASSIGNMENT PROBLEM

*Krylatov Alexander Y. – Professor
St. Petersburg State University;*

Leading Researcher

Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences

Korol Maksim M. – Junior Researcher of Laboratory of the organization of transport systems

Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences

Abstract. The article is devoted to the study of the traffic assignment problem and comparison of existing algorithms for solving it. The main goal in implementing the algorithms was to ensure high accuracy of the results obtained. The work examined the main approaches to solving the traffic assignment problem: link-based and path-based.

Keywords: traffic assignment problem, non-linear optimization, Wardrop equilibrium.

Ввиду быстрого развития городов и дорожных сетей, возникает необходимость в поддержании эффективности работы уже существующей инфраструктуры и улучшений в планировании строительства новой. Одним из средств математического моделирования для решения данных задач является нахождение равновесного распределения потоков. Задача нахождения равновесного распределения потоков (Traffic Assignment Problem) позволяет прогнозировать загруженность дорог городской сети при известном спросе на передвижение. Также возникает необходимость в нахождении высокоточного результата [1].

Формулировка задачи

Представим городскую сеть в виде ориентированного графа $G = (V, E)$, где V - множество вершин, E - множество рёбер. Для каждого ребра зададим монотонно возрастающую неотрицательную функцию задержки $t(x)$, где x - поток вдоль ребра. Для обозначения спроса используется набор пар отправление-прибытие $W \subseteq V \times V$. Для каждой пары w определяется величина потока $F^w > 0$, которая должна быть перемещена из района отправления в район прибытия. Под маршрутом для пары отправление-прибытие w , будем понимать путь, концевыми вершинами которого являются вершины, из которых состоит пара w . Под задержкой $t_q(x) = \sum_{e \in q} t_e(x)$ вдоль маршрута q будем понимать сумму задержек на ребрах, содержащихся в маршруте. Задача равновесного распределения потоков принимает вид нелинейной оптимизации с линейными ограничениями:

$$\min_x \sum_{i=1}^{|E|} \int_0^{x_i} t_i(u) du \quad (1)$$

при ограничениях

$$Ax = F, \quad (2)$$

$$x \geq 0, \quad (3)$$

где A - матрица, столбцы которой описывают рёбра графа, $A_{i,j} = 1$, если вершина j является конечной вершиной ребра i , $A_{i,j} = -1$, если вершина j является начальной вершиной ребра i , $A_{i,j} = 0$ иначе, x - распределение потоков вдоль рёбер.

Алгоритмы решения задачи

Основной идеей, на которой строятся алгоритмы решения задачи равновесного распределения потоков является следующее утверждение [2]:

Теорема 1. Пусть имеется распределение потоков x , удовлетворяющее ограничениям (2), (3), и существует пара отправление-прибытие w , имеющая два различных маршрута p, q , таких, что $x_p > 0$ и $t_p(x) > t_q$, тогда значение целевой функции может быть уменьшено переносом части потока с маршрута p на маршрут q .

Существуют различные подходы к решению задачи [3-5], далее будут представлены реализации двух следующих подходов: Link-based, Path-based [6,7].

Link-based подход опирается на нахождение направления спуска, основанного на кратчайших маршрутах для каждой пары отправление-прибытие. Далее будут рассмотрены результаты работы Frank-Wolfe и Conjugate-Frank-Wolfe методов [8].

Path-based подход поддерживает для каждой пары используемые её маршруты и проводит перераспределение потоков вдоль них. Далее будут рассмотрены результаты двух метода.

Результаты программных реализаций

Далее будут представлены результаты работы четырёх алгоритмов FW (Frank-Wolfe), CFW (Conjugate-Frank-Wolfe), Pb1 (Path-based метод из статьи [9]), Pb2 (Path-based метод из статьи [10]).

Реализация алгоритмов производилась на C++, код реализации может быть просмотрен в репозитории по ссылке https://github.com/baspreso/Traffic_assignment_problem. Набором данных являлась сеть SiouxFalls <https://github.com/bstabler/TransportationNetworks>. Также при реализации использовался вещественный тип wide-decimal с установленной точность 10^{-50} из репозитория <https://github.com/ckormanyos/wide-decimal>.

Тестирование проводилось на операционной Windows 10 версии 21H2 (сборка ОС 19044.2846), 64-разрядная, процессор: Intel(R) Core(TM) i5-8300H CPU @ 2.30GHz 2.30 GHz, ОЗУ: 7,85 ГБ.

Далее приводятся графики работы алгоритма. В качестве критерия качества выступает значение

$$RGAP = 1 - \frac{\sum_{w \in W} F^w \cdot t_{min}^w}{\sum_{e \in E} x_e \cdot t_e(x)}, \quad (4)$$

где t_{min}^w – минимальная задержка с учётом текущего распределения потоков x для пары отправление-прибытие w .

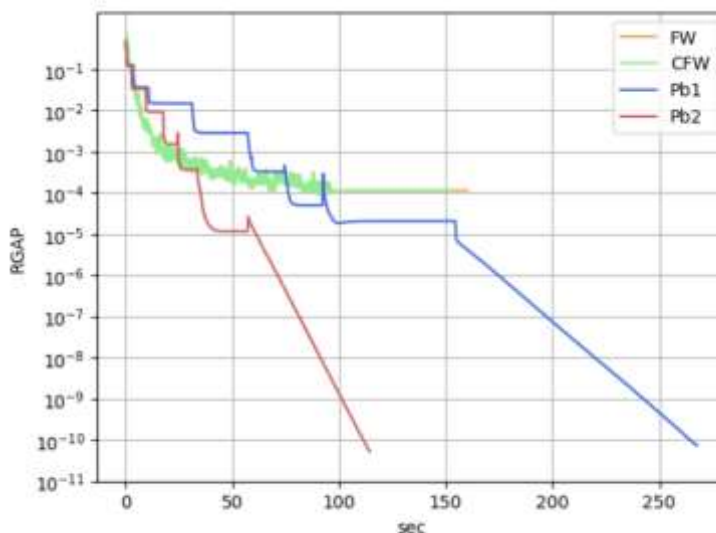


Рисунок – График зависимости RGAP от времени выполнения программы

На графиках можно заметить явное преимущество в плане точности у Path-based над Link-based методами. Также отметим, что в ходе тестирования Pb2 показал себя лучше в плане скорости и точности одновременно.

Благодарность

Работа над статьей поддержана грантом Российского научного фонда (проект РНФ № 22-71-10063 «Разработка интеллектуальных инструментов оптимизации мультимодальных систем распределения потоков в загруженных многопродуктовых сетях»).

Список литературы

1. Bar-Gera H., Hellman F., Patriksson M. Computational Precision of Traffic Equilibria Sensitivities in Automatic Network Design and Road Pricing // *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. – 2013. – Vol 80. – Pp. 41-60.
2. Devarajan S. A note on network equilibrium and noncooperative games // *Transp. Res. Part B*. – 1981. – Vol.15, № 6. – Pp. 421-426.
3. Chen A., Lee D.H., Jayakrishnan R., Computational study of state-of-the-art path-based traffic assignment algorithms // *Mathematics and computers in simulation*. – 2002. – Vol. 59, № 6. – Pp. 509-518.
4. Patriksson M. A unified description of iterative algorithms for traffic equilibria // *European journal of operational research*. – 1993. – Vol 71, № 2. – Pp. 154-176.
5. Di Lorenzo D., Galligari A., Sciandrone M. A convergent and efficient decomposition method for the traffic assignment problem // *Computational optimization and applications*. – 2015. – Vol 60, №. 1. – Pp. 151-170.
6. Krylatov A., Raevskaya A. Travel times equilibration procedure for route-flow traffic assignment problem // *Learning and Intelligent Optimization*. Springer. – 2020. – Pp. 68-79.
7. Perederieieva O., Ehrgott M., Raith A., Wang J.Y.T. A framework for and empirical study of algorithms for traffic assignment // *Computers&Operations Research*. – 2015. – Vol.54. – Pp. 90-107.
8. Mitradjieva M., Lindberg P.O. The Stiff Is Moving —Conjugate Direction Frank-Wolfe Methods with Applications to Traffic Assignment // *Transportation Science*. – 2013. – Vol.47, № 2. – Pp. 280-293.
9. Крылатов А.Ю. Сведение задачи минимизации выпуклой сепарабельной функции с линейными ограничениями к задаче поиска неподвижной точки // *Дискретный анализ и исследование операций*. – 2018. – Т. 25, № 1. – С. 75-97.
10. Krylatov A. Sequential path-equilibration algorithm for highly accurate traffic flow assignment in an urban road network // *Optimization Methods and Software*. – 2023. – Vol 38, № 5. – pp. 1081-1104.

УДК 625.46№

ООО «УК «КУЗБАССТРАНСМЕТ», КАК КУЗНИЦА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ИННОВАЦИЙ

Зябкин Александр Григорьевич – учредитель и генеральный директор ООО «Кузбасстрансмет»

Аннотация. Цель: Существующие типы верхнего строения трамвайных путей, исходя из ряда недостатков элементов своей конструкции, не обеспечивают длительный срок службы и малозатратное обслуживание. Поэтому необходимо внедрить усовершенствованную конструкцию верхнего строения трамвайного пути. Методы: Реализация поставленной цели достигалась путем анализа конструкций верхнего строения трамвайного пути, разработкой новых технических и конструкторских решений. Результаты: Разработка нового типа железобетонной шпалы ШТ-62 и ШТ-65 с применением шурупно-дюбельного крепления, а также экспериментальное применение данной конструкции при укладке трамвайного пути в городе Новокузнецке. Практическая значимость: Данная конструкция пути обеспечивает длительный срок службы, позволяет произвести укладку бесстыкового пути, увеличить межремонтные сроки, снизить шум и

вибрацию при движении подвижного состава. Применение данной конструкции пути возможно на обособленном, самостоятельном и совмещенном полотнах.

Ключевые слова: трамвайные пути, скрепление, шпала, верхнее строение пути, городской общественный транспорт.

LLC «UK «KUZBASSTRANSMET», AS A FORGE OF RAILROAD INNOVATIONS

*Zyabkin Alexander G. – general director
Kuzbasstransmet LLC*

Abstract. Existing types of tram track superstructure, due to a number of shortcomings of their design elements, do not provide a long service life and low-cost maintenance. Therefore, it is necessary to introduce an improved design of the tram track superstructure. Methods: The implementation of the set goal was achieved by analyzing the structures of the upper structure of the tram track, developing new technical and design solutions. Results: Development of a new type of reinforced concrete sleeper SHT-62 and SHT-65 using screw-dowel fastening, as well as experimental use of this design when laying a tram track in the city of Novokuznetsk. Practical significance: This track design ensures a long service life, makes it possible to lay continuous track, increase the time between repairs, and reduce noise and vibration when rolling stock moves. The use of this track design is possible on separate, independent and combined tracks.

ООО «УК «Кузбасстрансмет» является производителем креплений верхнего строения железнодорожного пути. На рынке рельсовых креплений в России присутствуют такие мировые лидеры, как «Фоссло» и «Швихаг». Наша продукция отвечает мировым стандартам качества и не уступает по своим характеристикам иностранным компаниям.

Трамвайные пути являются сложным инженерным сооружением, которые состоят из определенных конструктивных элементов:

- верхнее строение, которое включает в себя: рельсы и специальные части (стрелки, крестовины, пересечения) со скреплениями (подкладки, накладки, костыли, шурупы, болты и др.), основанием из подрельсовых опор в виде шпал или рамных конструкций и балласта из различного материала (песок, щебень, гравий); при отсутствии подрельсовых опор основанием пути может служить бетон или непосредственно балласт, как правило, щебеночный;

- нижнее строение, к которому относится: земляное полотно, которое может быть выполнено в виде продольного котлована в тех случаях, когда пути располагаются в пределах проезжей части улиц, и в виде насыпей и выемок при расположении трамвайного пути на собственном обособленном полотне, водоотводные сооружения – путевые и стрелочные водоприемные коробки с колодцами, дренаж, лотки, кюветы, трубы;

- дорожное покрытие различных типов (бетон, асфальт, брусчатка, булыжники).

В соответствии с СП 98.13330.2018 «Трамвайные и троллейбусные линии» [1], в зависимости от требуемых условий укладки трамвайные пути следует подразделять на обособленном, самостоятельном и совмещенном полотнах:

- *обособленное трамвайное полотно* – трамвайные пути, расположенные в профиле улично-дорожной сети, не предназначенные для движения безрельсового транспорта;

- *самостоятельное трамвайное полотно* – трамвайные пути, расположенные вне улично-дорожной сети;

- *совмещенное трамвайное полотно* – трамвайные пути, расположенные в профиле улично-дорожной сети на одном уровне с проезжей частью, по которым разрешено движение безрельсовых транспортных средств.

Обособленный и самостоятельный пути предназначены для движения трамваем, однако в ряде случаев они могут быть использованы и для нерельсового транспорта, в таком

случае, они должны иметь твердое покрытие, по которому возможно осуществить движение нерельсового транспорта. В случае, если проектом предусматривается регулярное движение городского общественного транспорта, конструкция путей должна соответствовать конструкции совмещенного пути.

Существующие типы конструкции верхнего строения трамвайных путей отличаются большим разнообразием. В городе Новокузнецке на текущий момент, в основном, применяются конструкции верхнего строения трамвайных путей с использованием деревянных шпал и костыльного крепления. Так же ограничено уложены участки пути с использованием железобетонных шпалах ЛШ-5, позволяющие использовать только трамвайные (желобчатого профиля) рельсы.

Нормативный срок службы деревянной шпалы составляет не более 12-15 лет, а железобетонных шпал – порядка 30-50 лет, что может стать определяющим фактором для устройства более долговечного и безопасного трамвайного пути. Применение железобетонных шпал значительно сократит межремонтные сроки.

Для снижения шума и вибрации трамвайный путь следует устраивать бесстыковым. Устройство бесстыкового пути возможно, как с применением длинных рельс, так и сваркой рельс в плети. На участках трамвайного пути с дорожным покрытием длина сваренной рельсовой плети не лимитируется и может ограничиваться только наличием несварного узла, деформационного шва на искусственных сооружениях [2]. Сварку рельс в плети следует производить способом алюмотермитной сварки.

Температурно-напряженную систему бесстыкового пути допустимо устраивать только на железобетонных шпалах и щебеночном основании. В такой конструкции пути допускается использование как железнодорожных (обычного профиля), так и трамвайных (желобчатого профиля) рельс [2].

Для развития трамвайного транспорта необходимо повышать скорость, безопасность и комфортабельность перевозок, в первую очередь, за счет совершенствования конструкций рельсового пути. Сотрудники ООО «УК «Кузбасстраснет» разработали и внедрили тип железобетонных шпал ШТ-65 (рис. 1) и ШТ-62 (рис. 2) под шурупно-дюбельное скрепление ШД-65.



Рисунок 1 – Скрепление ШД-65 на шпале ШТ-65 с рельсом Р-65 *Рисунок 2 – Скрепление ШД-65 на шпале ШТ-62 с рельсом Т-62*

Шпала представляет собой бетонную балку с переменным по длине трапецидальным поперечным сечением с размещенными в ней вдоль ее длины армирующими элементами, на верхней части которой выполнены две подрельсовые площадки для монтажа рельсовых креплений, при этом с двух сторон от каждой подрельсовой площадки установлены дюбели для сопряжения с путевыми шурупами, а на верхней части шпалы выполнены упорные

поверхности для точного позиционирования рельсового скрепления, отличающаяся тем, что высота балки у торцевой ее части составляет 190 мм, высота балки в центральной ее части составляет 160 мм, длина балки составляет 2500 мм, ширина балки у ее основания составляет 250 мм, ширина балки в центральной ее части составляет 174 мм, армирующие элементы выполнены диаметром 5 мм, размещены в четыре ряда, при этом в каждом ряду по четыре армирующих элемента, при этом расстояние между первым и вторым рядом и третьим и четвертым рядом составляет 25 мм, расстояние между вторым и третьим рядом составляет 40 мм, расстояние между первым и вторым элементом и третьим и четвертым элементом каждого ряда составляет 25 мм, а расстояние между вторым и третьим элементом составляет 90 мм. Шпалы должны изготавливаться из тяжелого цементного бетона марки В40. Прочность бетона на сжатие при передаче на него предварительного напряжения должна быть не менее 350 кгс/см² (35 МПа). Марка бетона шпал по морозостойкости должна быть не ниже 200 [3].

Шпалы, произведенные ООО «УК «Кузбасстрансмет», были отправлены на испытания для определения механических свойств на соответствие требований нормативного документа: ГОСТ 21174-75 «Шпалы железобетонные предварительно напряженные для трамвайных путей широкой колеи». По прохождении испытаний Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Петербуржским государственным университетом путей сообщения имени Императора Александра I» был сформирован протокол, который подтверждает, что шпалы ШТ-65, ШТ-62 предоставленные для лабораторных испытаний, обеспечивают необходимые прочностные характеристики, поэтому могут быть рекомендованы для эксплуатации в трамвайных путях.

На основании положительно пройденных испытаний ООО «Кузбасстрансмет» получил сертификат соответствия на шпалы (ШТ-65, ШТ-62), который подтверждает, что данный вид продукции соответствует требованиям нормативного документа ГОСТ 21174-75 «Шпалы железобетонные предварительно напряженные для трамвайных путей широкой колеи».

В рамках проводимых ремонтов трамвайных путей г. Новокузнецка, на отдельных участках ремонта уложена рельсошпальная решетка с использованием трамвайных рельс Т-62, рельсового скрепления ШД-65 и железобетонных шпал типа ШТ-62, протяженностью 50 м. (рис. 3 (А, Б)).



Рисунок 3 (А,Б) – укладка рельсо-шпальной решетки на шпалах ШТ-62 с рельсом т-62 (скрепление шд-65) в г. Новокузнецке

Применение в конструкции верхнего строения трамвайного пути железобетонных шпал ШТ-65 и ШТ-62 со скреплением ШД-65 дает возможность устройства пути как на железнодорожных, так и трамвайных (желобчатого профиля) рельсах, с возможным обустройством бесстыкового пути. Такая конструкция может быть использована на всех видах трамвайного полотна – обособленном, самостоятельном и совмещенном.

Комплекс внедренных инновационных решений, связанный с применением железобетонных шпал типа ШТ-62 и ШТ-65, позволит добиться снижения шума и вибрации производимых рельсовым транспортом, увеличения скорости движения трамваев, увеличения межремонтных сроков участков трамвайных путей и обеспечения более высокого уровня безопасности и бесперебойности движения городского транспорта в целом.

Список литературы

1. СП 98.13330.2019 Трамвайные и троллейбусные линии. – Введ. 21.05.2019 г. – М.: Минстрой России, 2013. – 75 с.
2. СП 84.13330.2016. Трамвайные пути. – Введ. 17.06.2017 г. – М.: Минстрой России, 2017. – 30 с.
3. ГОСТ 21174-75 Шпалы железобетонные предварительно напряженные для трамвайных путей широкой колеи – Введ. Постановлением Государственного комитета Совета Министров СС СР по делам строительства от 29 сентября 1975 г. № 160 срок введения установлен с 01.07.75 г. – 16 с.

УДК 656.25 – 52:656.2.08(075)

ОЦЕНКА РИСКОВ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ПОЕЗДОВ

Шаманов Виктор Иннокентьевич – доктор технических наук, профессор кафедры автоматизации, телемеханики и связи на железнодорожном транспорте
ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта»

Аннотация. Целью доклада является публикация некоторых результатов по разработке методов количественной оценки рисков в системах управления движением поездов. Предложены аналитические выражения для вычисления риска при опасных и защитных отказах в этих системах, а также при сбоях в их работе в разных поездных ситуациях. Рассматриваются пути уменьшения рассматриваемых рисков.

Ключевые слова: системы, управление, движение поездов, риски, отказы, сбои, последствия, задержки, аварии, крушения.

RISK ASSESSMENT IN TRAIN TRAFFIC MANAGEMENT SYSTEMS

Shamanov Victor I. – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Automation, Telemechanics and Communication in Railway Transport
Russian University of Transport (MIIT)

Abstract. The purpose of the report is to publish some results on the development of risk quantitative assessment methods in train traffic management systems. Analytical expressions are proposed to calculate the risk in case of dangerous and protective failures in these systems, as well as in case of interruption in their operation in different train situations. The ways of reducing the risks under consideration are considered.

Keywords: systems, management, train traffic, risks, failures, interruptions, consequences, delays, accidents, crashes

Назначение систем управления движением поездов – обеспечение безопасности и бесперебойности их движения [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 рассматриваемых систем 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 нежелательных 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 управления движением поездов 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 рассматриваемых систем может сильно отличаться на разных участках железных дорог. Считается, по данным Петербургского государственного университета путей сообщения, что интенсивность защитных отказов на высокоскоростных магистралях у перегонных систем 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.

Появление защитного отказа и возникновение поездной ситуации, при которой отказы не вызывают задержек в движении поездов, являются независимыми событиями. Поэтому условная вероятность возникновения рассматриваемой поездной ситуации при условии, что произошел защитный отказ, равна вероятности возникновения такой ситуации. Тогда уровень риска R можно находить по формуле

$$R = p_{з0} \cdot p_{пс1} \cdot c_{уз}, \quad (1)$$

где $p_{з0}$ – вероятность защитного отказа системы; $p_{пс1}$ – 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 формула (1) трансформируется в следующий вид

$$R = p_{з0} \cdot p_{пс2} \cdot c_{пз}, \quad (2)$$

где $p_{зо}$ – вероятность защитного отказа системы; $p_{пс2}$ – вероятность возникновения поездной ситуации, приводящей к потерям поездо-часов за время восстановления работоспособности отказавших устройств; $c_{пз}$ – 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 рассматриваемых систем приведена в [4]. Расходы на устранение отказов могут существенно различаться на разных участках железных дорог.

Уровень риска при опасном отказе таких систем рассчитывается по формуле

$$R = p_{оо} \cdot p_{ос} \cdot c_{оо}, \quad (3)$$

где $p_{оо}$ – вероятность опасного отказа системы; $p_{ос}$ – вероятность возникновения опасной поездной ситуации за время до устранения опасного отказа; $c_{оо}$ – последствия опасного отказа.

Средние статистические значения интенсивности опасных отказов на магистральных железных дорогах России и стран СНГ составляют для станционных систем автоматики и телемеханики 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 данных системах события редкие, поэтому использование статистических данных для определения их интенсивности вызывает определенные затруднения.

Анализ опасных отказов в рассматриваемых системах 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 $p_{ос} \approx 0,01$.

Последствия опасных отказов этих 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 управлять 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

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

где $p_{сб}$ – вероятность многократных сбоях в работе АЛС; $p_{ос}$ – вероятность ошибочного снижения скорости поезда; $c_{ос}$ – 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

$$R = p_{сб} \cdot p_{в} \cdot p_{ос} \cdot p_{ош} \cdot c_{в}, \quad (5)$$

где $p_{сб}$ – вероятность многократных сбоев в работе АЛС; $p_{в}$ – вероятность выключения машинистом системы АЛС; $p_{ош}$ – вероятность ошибочных действий машиниста по управлению движением поезда при выключенной системе АЛС; $p_{ос}$ – вероятность возникновения опасной поездной ситуации за время движения поезда с выключенной системой АЛС; $c_{в}$ – последствия, вызванные движением поезда с выключенной системой АЛС.

Интенсивность сбоев АЛС на разных участках 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

$$R = p_{от} \cdot p_{ос} \cdot c_{от}, \quad (6)$$

где $p_{от}$ – вероятность опасной трансформации кода АЛС; $p_{ос}$ – вероятность возникновения опасной поездной ситуации за время до восстановления нормальной работы системы АЛС; $c_{от}$ – последствия опасной трансформации кода АЛС.

Количественная оценка риска в системах управления движением поездов 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. № 1946р. – 72 с
4. Сапожников В.В., Сапожников В.В., Шаманов В.И. Надежность систем железнодорожной автоматики, телемеханики и связи. – М.: Изд-во «Маршрут», 2003. – 240 с.

5. Шишмарев В.Ю. Диагностика и надежность автоматизированных систем. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 352 с.

6. Shamanov V. Formation of Interference from Power Circuits to Apparatus of Automation and Remote Control // Proceedings of 16th IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS`2018). – 2018, – Pp. 140-146.

7. Шаманов В.И., Денежкин Д.В. Решения некоторых вопросов обеспечения безопасности интервального регулирования движения поездов // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2021. материалы Международной научно-практической конференции. – СПб: ИПТ РАН. – 2021. – Т. 1. – С. 144-147.

УДК 656.025.4

РАЗВИТИЕ ЛОГИСТИЧЕСКОГО ПОДХОДА К ОРГАНИЗАЦИИ ГРУЗОПЕРЕВОЗОК НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ РОССИИ

*Мявлина Нурзидя Жаферовна – кандидат экономических наук, доцент кафедры Экономической теории и менеджмента
ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта»*

Аннотация. В статье рассматривается возможность логистического подхода к грузоперевозкам железнодорожным транспортом на примере транспортного узла города Калининграда. Проанализирована деятельность железной дороги в области международных перевозок и ускорения доставок грузов до потребителя.

Ключевые слова: логистический подход к управлению, материальные потоки, контейнерные перевозки, транспортный хаб.

DEVELOPMENT OF A LOGISTICS APPROACH TO THE ORGANIZATION OF CARGO TRANSPORTATION ON RUSSIAN RAILWAY TRANSPORT

*Myavlina Nurzidiya Z. – PhD in economics, Associate Professor
Russian University of Transport*

Abstract. The article considers the possibility of a logistic approach to cargo transportation by rail on the example of the transport hub of the city of Kaliningrad. The activity of the railway in the field of international transportation and acceleration of cargo delivery to the consumer is analyzed.

Keywords: logistics approach to management, material flows, container transportation, transport hub.

При логистическом подходе на предприятии создается и получает широкие полномочия служба логистики, приоритетной задачей которой является управление сквозными материальными потоками, то-есть потоками, которые поступают извне, проходят через склады службы снабжения, производственные цеха, склады готовой продукции и поступают к потребителю (рис. 1). В результате показатели материального потока на выходе из предприятия становятся управляемыми и имеют заранее заданное значение.

Таким образом, принципиальное отличие логистического подхода к управлению материальными потоками от традиционного заключается в выделении единой функции управления прежде разрозненными материальными потоками; в технической,

технологической, экономической и методологической интеграции отдельных звеньев материалопроводящей цепи в единую систему, обеспечивающую эффективное управление сквозными материальными потоками [1].

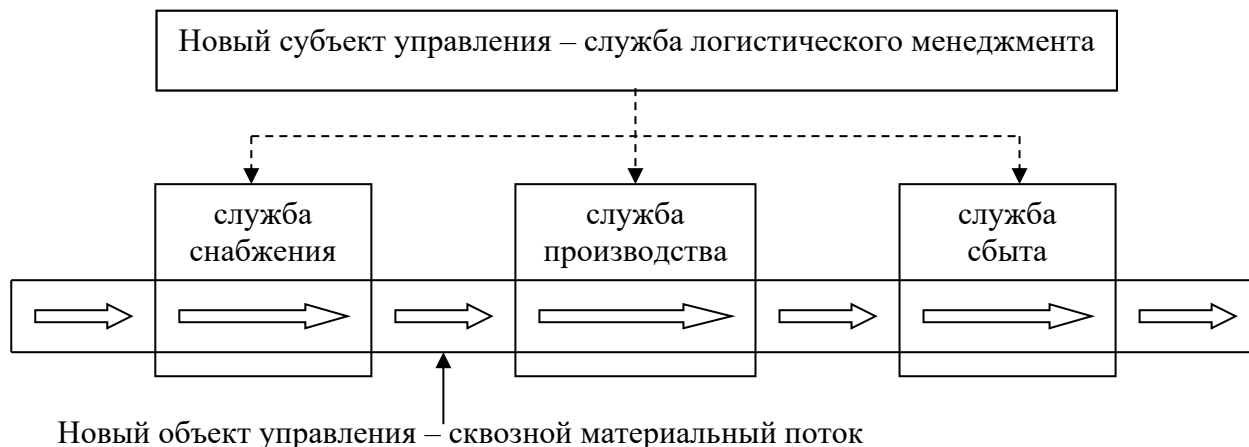


Рисунок 1 – Логистический подход к управлению материальными потоками

Рассмотрим логистический подход к управлению на примере Калининградской железной дороги. Калининградская железная дорога, является основой транспортного комплекса региона и обеспечивает 80% всего объема перевозимых грузов. Обладая развитой инфраструктурой и достаточным резервом пропускных способностей, магистраль способна обеспечить перевозку свыше 40 млн тонн различных грузов в год. Схема инфраструктуры Калининградской железной дороги представлена на рисунке 2.



Рисунок 2 – Инфраструктура Калининградской железной дороги

Транзитные грузоперевозки в сообщении Восток – Запад следуют по транзитным коридорам через Беларусь/Латвию/Литву и железнодорожно-паромные линии Балтийск – Усть-Луга и в другие порты стран Балтийского моря.

Транспортно-логистические возможности Калининградской области.

Инфраструктура терминалов железной дороги и порта обеспечивает эффективное продвижение грузопотоков в коридоре Восток-Запад за счет:

- наличие резерва пропуска контейнерных поездов;
- гарантированный срок доставки контейнерных поездов;

- тарифные условия, сопоставимые с альтернативными направлениями;
- два современных транспортно-логистических центра, осуществляющих перегруз из вагонов колеи 1520 мм в вагоны колеи 1435 мм и незамерзающего порта Калининград, обеспечивающих переработку 1,5 млн. TEU, 45 млн. тонн грузов и 200 тыс. автомобилей в год;
- прямое сообщение со странами Европы и Скандинавии и создание мультимодальных проектов грузовых перевозок;
- гарантии сохранности перевозимого груза и диспетчерского сопровождения по всему пути следования;
- время прохождения границ Россия/Литва и Россия/Польша не более 2,5 часов.

Транспортный узел Калининград является частью проекта «Шелкового пути» и позволяет использовать международный коридор между Европой и Азией как в транзитном, так и экспортно-импортном сообщениях. Основой европейского распределительного хаба Калининград являются конгломерация различных видов транспорта, развитая маршрутная сеть логистических центров.

Хаб Калининград представляет собой центр высокоэффективного обслуживания потока грузов в глобальной международной транспортной сети маршрутов и включает в себя возможности использования железнодорожной доставки грузов по западно-европейской (1435 мм) и российской (1520 мм) колее с участием транспортно-логистических центров «Калининград» и «Черняховск», незамерзающего морского порта Калининград, международного аэропорта Храброво и развитой сети автомобильных дорог.

Незамерзающий порт Калининград обладает необходимой инфраструктурой для обслуживания международных морских грузовых маршрутов и организации интермодальных перевозок. Портовый комплекс Калининградской области включает морской торговый, морской рыбный порты, четыре терминала по перевалке нефтепродуктов и два терминала по перевалке зерновых грузов. В порту может осуществляться перевалка широкой номенклатуры грузов, а также погрузка, выгрузка и хранение грузов, требующих поддержания особого температурного режима.

Перерабатывающая способность составляет 700 тыс. TEU, 40 млн тонн генеральных и нефтяных грузов в год.

Калининградская железная дорога отводит особое место перспективам организации контейнерных перевозок. Инфраструктурные и транспортно-логистические возможности магистрали позволяют доставлять контейнеры из любой точки Европа по колее 1435 мм с дальнейшим перегрузом на колею 1520 мм. Преимуществами направления являются независимость от ситуации на международных автомобильных пунктах пропуска и возможность организации движения поездов по расписанию. На рисунке 3 представлен проект международного транспортного коридора через Калининградскую железную дорогу.

Совместно с компанией «Карго Сервис» проведены опытные перевозки порожнего полуприцепа по маршруту Калининград – Кунцево в Московской железной дороге и обратно. По аналогичному маршруту организована перевозка груженого полуприцепа. Итоги перевозок показали свою конкурентоспособность в сравнении с автомобильной доставкой. Сервис по перевозке контейнеров с 2020 года реализован на регулярной основе.

Нами были изучены возможности осуществления железнодорожных перевозок Калининградской железной дорогой и представлены несомненные преимущества использования этого транспорта для осуществления как внутренних, так и международных, в том числе мультимодальных перевозок.

- Estimated delivery time (from Kaliningrad):
- to Moscow and Saint Petersburg – 2 days
- to Novosibirsk – 6 days
- to Zabaykalsk – 8 days
- Border crossing always on schedule
- The cargo is secure at all times



Рисунок 3 – Проект международного транспортного коридора через Калининградскую железную дорогу

Требования, предъявляемые сегодняшним логистическим подходом к оценке конкурентоспособности транспортной услуги, включают, прежде всего, достаточный уровень ее комплексности и качества.

При потерях перевозимых грузов ОАО «РЖД» несет ответственность в размере полной стоимости утраченного груза или ее части в случае его порчи, а также возвращает взысканную за этот груз провозную плату и иные причитающиеся ей платежи пропорционально количеству потерь. Средний фактический уровень сохранности перевозимых грузов ОАО «РЖД» составляет 0,85-0,87 (без учета косвенных потерь).

Следует отметить, что в ОАО «РЖД» отсутствует общепринятый комплексный критерий оценки качества услуги, хотя в системе логистических операций выбор оптимальной технологии транспортировки должен быть ориентирован именно на него в сочетании с другими показателями (цена доставки, надежность и пр.). С точки зрения конкретного пользователя услуг транспорта главными показателями, характеризующими качество доставки, следует считать скорость (время) доставки, а также (как производные) регулярность и гарантированность конкретных сроков доставки.

В настоящее время нормативные сроки доставки, заложенные в базовую основу тарифа, устанавливаются в среднем по отрасли, а не дифференцированно по направлениям и маршрутам. Скорость продвижения скоропортящихся грузов, мелких и контейнерных отправок в АО «РЖД Логистика» за последние 5 лет снизилась на 7%.

Сегодня проблема сокращения времени нахождения товара (груза) в сфере транспорта становится безотлагательной не только для пользователей его услугами (потребность в снижении бремени оборотного капитала), но и самого ОАО «РЖД», так как приводит к нехватке пропускной способности линий, вагонов, снижению производительности, росту себестоимости и т.п.

Проведенный анализ выявил следующие недостатки логистической деятельности транспортной компании:

- низкая доля перевозок контейнерами;
- инфраструктурные и технологические ограничения.

Для устранения выявленных недостатков логистической деятельности транспортной компании необходимо:

- увеличить количество и долю перевозок контейнерами;
- географическое расширение бизнеса.

Калининградская железная дорога, являясь дочерней компанией ОАО «РЖД» и, обладая определенными преимуществами в возможности полного контроля грузопотока на железнодорожном транспорте, градообразующего транспорта в нашей стране, имеет большие перспективы в развитии комплексной логистики.

Список литературы

1. Гаджинский А.М. Логистика: учебник для вузов. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К^о», 2019. – 472 с.
2. Болдырева Т.В. Проблемы и перспективы развития транспортного сектора России // Управление бизнесом и вызовы цифровой экономики: материалы III всероссийской (национальной) научно-практической конференции. – Саратов: Общество с ограниченной ответственностью «Амирит», 2023. – С. 21-25.

УДК 656:338.5

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА В СЕГМЕНТЕ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК

Сертакова Евгения Николаевна – старший преподаватель кафедры экономики, финансов и управления на транспорте
ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта»

Аннотация. Волатильность внешней и внутренней экономической среды заставляет искать новые подходы к управлению транспортным бизнесом и повышению его эффективности. В статье рассмотрены вопросы значимости железнодорожного транспорта для мировой экономики и экономики России. Результатом исследования можно считать анализ трансформации грузовых перевозок и влияние данной трансформации на формируемые ключевые показатели эффективности деятельности железнодорожного транспорта в сегменте грузовых перевозок.

Ключевые слова: техническая стратегия, ускоренные грузовые поезда, экономический эффект.

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF RAILWAY TRANSPORT IN THE FREIGHT CARRIES SEGMENT

Sertakova Evgeniya N. – Senior lecturer at the Department of Economics, Finance and Transport Management

Russian University of Transport (MIIT)

Abstract. The volatility of the external and internal economic environment forces us to look for new approaches to managing the transport business and improving its efficiency. The article discusses the importance of railway transport for the world economy and the economy of Russia. The result of the study can be considered an analysis of the transformation of freight carries and the impact of this transformation on the key performance indicators of railway transport in the segment of freight carries.

Keywords: technical strategy, accelerated freight trains, economic effect.

Основой рыночной экономики сегодня выступает единое транспортное пространство, в котором обеспечено функционирование единой сбалансированной системы транспортных коммуникаций, интегрированной системы товарно-транспортной технологической инфраструктуры всех видов транспорта и грузовладельцев. Для осуществления эффективного взаимодействия в данной среде применяются единые стандарты технологической совместимости различных видов транспорта, и транспортных средств, а также единая информационная среда технологического взаимодействия различных видов транспорта [1].

Многие ученые исследовали вопросы эффективности и роли транспорта в общественном воспроизводстве практически с момента зарождения транспортной системы К Маркс трактовал роль транспорта в общественном воспроизводстве в следующем контексте: «С одной стороны, транспортная промышленность составляет самостоятельную отрасль производства, а потому и особую сферу вложения производственного капитала. Но с другой стороны, она отличается тем, что является продолжением процесса производства в пределах процесса обращения и для процесса обращения». Он отмечал, что на транспорте, как и в сфере материального производства, действует закон товарного производства, сущность которого состоит в том, что сила труда находится в обратном отношении к создаваемой им стоимости [2].

В современных экономических реалиях мы можем рассматривать транспорт, как объект рыночных отношений, деятельность транспорта напрямую влияет на эффективное функционирование и развитие всех обслуживаемых транспортом отраслей экономики, предприятий, их объединений и комплексов [3].

Интеграционные процессы в мировой экономике являются мощнейшим импульсом для развития не конкретно, какого-то вида транспорта, а транспортной системы в целом. Экономика не только конкретной страны, но и мировая экономика не может рассчитывать на экономическую стабильность и развитие, не уделяя должного внимания оценке работы транспортной инфраструктуры

Если придерживается оценки транспорта с точки зрения объекта, то целесообразно принять за субъект транспортное производство, которое регулируется рыночными отношениями, когда формируется спрос на перевозки и их распределение между взаимодействующими видами транспорта, при установлении взаимовыгодных отношений между транспортом и грузовладельцами.

Продукцией транспортного производства в свою очередь выступает «процесс перемещения грузов и пассажиров, при перевозке не создается новых продуктов, не изменяются вещественные свойства и качество перевозимых грузов, происходит лишь перемена местоположения продукта по отношению к потребителю» [4].

Транспортные компании особо чувствительны к макро- и микроэкономическим факторам, которые могут негативно влиять на объемы перевозок, что в итоге приводит к снижению или недополучения доходов [5]. Комплексный подход к оценке текущей ситуации в сегменте грузовых перевозок на железнодорожном транспорте позволит выявить основные проблемы функционирования и резервы повышения эффективности.

Стремительное развитие научно-технического прогресса позволяет осуществлять процесс цифровизации ускоренными темпами, активно внедрять современные технологии для повышения эффективности работы железнодорожного транспорта.

Для систематизации данного процесса необходима формирование технической стратегии. Определение технической стратегии представлено в статье Цыганова В.В. и Савушкина С.А. авторы дают определение технической стратегии (ТС) как системы планомерно проводимых научно-обоснованных мероприятий по техническому совершенствованию его хозяйственной деятельности [6].

Транспортная стратегия «является наиболее концентрированным выражением реализации современных научно-технических достижений для повышения эффективности транспорта. ТС опирается на анализ тенденций развития современной науки, техники и производства и ставит своей целью наиболее эффективное использование этих тенденций в хозяйстве для успешного решения стоящих перед транспортным комплексом задач динамичного пропорционального развития подсистем транспортного комплекса» [6].

Применение данной стратегии позволяет оптимизировать скорость доставки груза, вносимые изменения в процесс перевозок могут решить задачу совместного пропуска пассажирских и грузовых поездов с ускоренными грузовыми поездами по одной линии, либо путем пропуска по специализированной высокоскоростной магистрали [6,7].

В 2023 году прогнозируемый грузооборот составит 3431 млрд. руб., что превысит итог предшествующего периода на 3,4%, а погрузка составит 1265 млн.т., что превысит предшествующее значение на 1,7%. Развитие Российской экономики и прогнозируемое увеличение ВВП (по прогнозу ЦБ) в 2024г. на 1,5%, а в 2025г. на 2%, однозначно приведет к росту основных объёмных показателей железнодорожного транспорта в сегменте грузовых перевозок.

Внедряя ТС, нужно проводить комплексную оценку экономической целесообразности предлагаемых мероприятий, допустим при реализации технологии ускоренных грузовых поездов в условиях растущих грузопотоков необходимо найти ответы на следующие вопросы [7]:

1. Определить необходимые изменения технического оснащения линии и погрузоразгрузочных терминалов, а также организации движения для обеспечения движения ускоренных грузовых поездов.
2. Исследовать влияние количества ускоренных грузовых поездов и их скоростей на скорости движения обычных грузовых поездов.
3. Определить уровень резерва пропускной способности в зависимости от объемов грузопотоков, количества и скоростей ускоренных грузовых поездов.
4. Установить условия отклонения грузовых потоков на параллельные ходы.
5. Исследовать эффективность нового главного пути при организации движения ускоренных грузовых поездов.
6. Определить рациональные схемы этапного развития линии для повышения скоростей ускоренных грузовых поездов.

Для оптимизации затрат по мнению авторов, предлагающих внедрение ускоренных грузовых поездов необходимо провести реконструкцию и строительство главного пути [7].

Технологическая стратегия позволяет получить эффект не только в улучшении технических параметров, а также в краткосрочной и долгосрочной перспективе функционирования компании вывести на новый уровень ключевые показатели эффективности.

Первичный эффект в текущей перспективе может быть представлен экономией рабочего времени, экономией материальных ресурсов, повышением пропускной способности, Вторичный эффект формируется экономией трудовых и финансовых ресурсов, снижением издержек производства и повышением прибыли. Мультипликативный эффект формируется в виде повышение экономической эффективности деятельности и повышение конкурентоспособности предприятия.

Обоснованные с экономической точки зрения технические преобразования дают возможность решать краткосрочные, среднесрочные и долгосрочные задачи функционирования железнодорожного транспорта в сегменте грузовых перевозок, позволяют сохранять устойчивость к изменениям во внутренней и внешней среде.

Список литературы

1. Транспортная стратегия РФ до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года, утвержденная распоряжением Правительства РФ от 27.11.2021 г. № 3363-р. [Электронный ресурс]. – URL: <https://mintrans.gov.ru/ministry/targets/187/191/> (дата обращения 19.07.2022).
2. Тищенко П.Д. Человек-машина: перечитывая Карла Маркса // Человек и его будущее: соотношение новых технологий и возможностей человека. – М.: Ленанд. – 2012. – С. 395-406.
3. Шкурина Л.В., Маскаева Е.А. Экономическое управление качеством транспортного производства: теория и методология. – М.: Российский университет транспорта, 2014. – 252 с.
4. Основы транспортного бизнеса: учебник. Под редакцией Т.А. Луниной и Л.В. Шкуриной. – М.: ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2022. – 264 с.

5. Шкурина Л.В., Карачун Н.Е. Комплексный подход к учету влияния вероятностных макро- и микроэкономических факторов при формировании финансовых результатов деятельности транспортной компании // Наука и техника транспорта. – 2018. – № 4. – С. 57-61.

6. Цыганов В.В., Савушкин С.А. О технической стратегии развития транспорта в условиях санкций // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2022: материалы Международной научно-практической конференции. – СПб.: ИПТ РАН. – 2022. – Т. 1. – С. 24-28.

7. Котенко А.Г., Сатторов С.Б. К вопросу об усилении пропускной способности при введении ускоренных грузовых поездов // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2022: материалы Международной научно-практической конференции. – СПб.: ИПТ РАН. – 2022. – Т. 1. – С. 135-139.

УДК 656:338.5

СОЗДАНИЕ «ГРУЗОВЫХ ДЕРЕВЕНЬ» И РАЗВИТИЕ КОНТЕЙНЕРНЫХ ПЕРЕВОЗОК В УСЛОВИЯХ САНКЦИОННОГО ВЛИЯНИЯ И В РАМКАХ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ КАК ФАКТОР СНИЖЕНИЯ ЗАТРАТ КОМПАНИИ

*Павлова Анна Николаевна – старший преподаватель кафедры экономики, финансов и управления на транспорте»
ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта»*

Аннотация. Рассмотрено влияние рисков и санкций на грузовые перевозки железнодорожным транспортом и созданию «грузовых деревень». Определено влияние развития «грузовых деревень» и контейнерных перевозок на конкурентные преимущества грузовых перевозок железнодорожным транспортом в рамках устойчивого развития и снижения затрат на транспортно-логистические услуги грузоотправителей. Выделены направления реализации транспортной стратегии и эффекты от внедрения «грузовых деревень» и развития контейнерных перевозок.

Ключевые слова: транспорт, затраты, «грузовые деревни», логистические кластеры, контейнерные перевозки, железнодорожные перевозки, грузовые перевозки, санкции.

CREATION OF «FREIGHT VILLAGES» AND DEVELOPMENT OF CONTAINER CARRIES UNDER CONDITIONS OF SANCTION INFLUENCE AND WITHIN THE FRAMEWORK OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT AS A FACTOR OF COMPANY COST REDUCTION

*Pavlova Anna N. – Senior Lecturer of the Department of Economics, Finance and Transport Management
Russian University of Transport (MIIT)*

Abstract. The impact of risks and sanctions on freight carries by rail and the creation of «freight villages» was considered. The impact of the development of «freight villages» and container transportation on the competitive advantages of freight carries by rail within the framework of sustainable development and reducing the costs of transport and logistics services of shippers was determined. The directions of implementation of the transport strategy and the effects of the introduction of «freight villages» and the development of container carries are highlighted.

Keywords: carries, costs, «freight villages», logistics clusters, container carries, rail carries, freight carries, sanctions.

В современных условиях необходимости достижения эффективного устойчивого развития транспортные компании решают вопросы оптимального планирования и удержание конкурентных преимуществ на рынке грузовых перевозок. Одним из направлений реализации поставленной задачи и совершенствования планирования отдельными преимуществами может быть оптимизация расходов по перевозочным видам деятельности, что позволяет напрямую влиять на параметры повышения эффективности управления затратами.

Затраты являются основным фактором, который влияет на ценовую конкуренцию и позволяет компании использовать данный параметр как конкурентное преимущество на рынке грузовых перевозок, наращивая доходы, направляя их в новые инвестиционные решения [1].

В настоящее время транспортный комплекс не только ищет оптимальные пути функционирования бизнес-процессов в рамках устойчивого развития, но и находится под влиянием внешних факторов, в первую очередь, санкций от ЕС и США и возникающих рисков последствий от них [2,3].

Основными источниками рисков можно рассматривать неединоразовое повышение ставки рефинансирования ЦБ, отключение страны от системы SWIFT, остановка внешнеторговых операций, прекращение транзитных перевозок через Россию из/в Европу и пр. Такие рискованные факторы приводят к тому, что происходит разрыв и потеря логистических цепочек, увеличивается транзитное время транспортировки грузов, увеличивается нагрузка на инфраструктуру железных дорог и т.д. Выход из создавшейся ситуации – рассмотрение возможности использования мультимодальных маршрутов, перераспределения грузопотоков, увеличение объемов импортно-экспортных продуктов в азиатские страны, в частности, в Китай.

Экономическую ситуацию в стране, которая возникла из-за введения беспрецедентных санкций, можно назвать сложнейшей за три десятилетия истории РФ. С другой стороны, при сохранении крайне высокого уровня неопределенности ограничения дают уникальное «пространство возможностей», которым РФ должна воспользоваться» [4].

Одним из трендов современного развития транспортного бизнеса в части грузовых перевозок является тенденция расширения использования контейнерных перевозок [5]. Исходя из этого, принципиальным вопросом такого варианта вектора развития является совершенствование инфраструктуры и, соответственно, предоставления качества услуг грузоотправителям.

Инфраструктурные изменения позволяют увеличивать объем контейнерных перевозок железнодорожным транспортом, что позволит снизить затраты на транспортировку груза грузоотправителю [6], иметь экологический эффект в рамках устойчивого развития [7], развивать логистические кластеры – «грузовые деревни», особо отмеченные в Транспортной стратегии до 2030 года [8].

На рисунке 1 показан сравнительный анализ по уровню контейнеризации железнодорожных компаний США и России, представленный в аналитическом обзоре консалтинговой компанией McKinsey & Company:

					
Ж/д оператор	CP	UP	CN Railway Transportation	CSX	РЖД
Доля контейнеризуемой погрузки, проценты	52	35	69	43	30

Рисунок 1 – Уровень контейнеризации железнодорожных компаний США и России

Как мы видим, на данный момент уровень контейнеризации России недостаточно высок, но его увеличением будет трендовое развитие «грузовых деревень».

Важный преимущественный аспект «грузовой деревни» состоит, во-первых, в существенном сокращении времени логистических поставок, а, во-вторых, сокращении стоимости грузоперевозки, соответственно, и цены для конечного потребителя в силу уменьшения затрат на транспортно-логистические услуги за счет сосредоточения в одном месте производства, распределения, консолидации грузов, таможенного пункта.

Наибольшее влияние на замедление развития контейнерного рынка России оказали такие факторы, как уход крупных стейкхолдеров с рынка транспортно-логистических услуг, внешние запреты на группы товаров в части импорта и экспорта, ограничения для российских судов в европейских портах и наземного транспорта на территории «недружественных» стран, перебои с поставками ключевых товаров, необходимых, в частности, для строительства и развития инфраструктуры «грузовых деревень».

Снижение контейнерного рынка России в 2022 году составило 17 % (1 млн TEU), практически сравнявшись с уровнем до локдаунов. А ключевым фактором, оказавшим влияние на сокращение объемов, явилось санкционное давление, следствием которого стала глобальная трансформация логистических цепочек. Однако объем железнодорожных перевозок грузов в контейнерах в 2022 году увеличился на 0,09% и достиг нового рекордного значения в 4 618,8 тыс. TEU. Исследователи заявляют о потенциале роста за счет увеличения сегмента импорта в дружественные страны, что позволит РЖД нарастить объем контейнерных перевозок в 3-4 раза. Общий потенциал роста в ~3 раза соответствует приросту +15 млн. TEU к 2036 году, из которых: 2-5 млн. TEU за счет транзита (рост доли железнодорожного транспорта в адресуемом транзите с 4 до >10%), ~10 млн. TEU за счет роста перевозок в сегменте импорта (рост доли железнодорожного транспорта с ~10% до >25%) [9].

Как показывает международный опыт, при общем росте контейнерных железнодорожных перевозок «грузовые деревни» растут быстрее традиционных складов и железнодорожных терминалов за счет исключения лишнего транспортного плеча. Этот факт имеет особое преимущество у компаний, которые производят пересортировку перед доставкой в магазины или клиентам и для производителей продукции высокой степени переработки, таких как мебель, техника, одежда.

Типизация модели «грузовая деревня» должна включать в себя, по крайней мере, четыре структурных элемента:

- сервисная инфраструктура: офисы компаний по управлению и эксплуатации недвижимости, торговая зона, гостиницы;
- производственно-логистическая инфраструктура: производственная зона, склады кросс-докинг;
- инфраструктура добавленной стоимости: контейнерный терминал, таможенный терминал и СВХ, депо по ремонту и обслуживанию контейнеров, трак-стопы, транспортные компании;
- транспортная инфраструктура: мультимодальный логистический терминал, включающий авто, авиа и ж/д перевозки [10].

Повышение конкуренции и клиентских требований в сфере грузовых перевозок требует нового уровня предоставления услуг. Как раз «грузовые деревни» позволят перевести контейнерные перевозки на новый уровень сервиса, что позволит наращивать объемы грузоперевозок и привлекать новых клиентов.

Такие проекты обладают хорошей экономической составляющей в виде экономии ресурсов за счет роста электронной торговли в рамках всеобщей цифровизации и именно железнодорожных контейнерных перевозок. В частности, этому могут способствовать: перевод в режим «онлайн» взаимодействия между участниками рынка транспортных услуг и смежных отраслей; полный переход к электронному документообороту к 2035 году; использование технологий беспроводной связи и высокоскоростного интернета на базе

технологий поколения 5G; создание возможности контакта между клиентом и компаниями в режиме «одного окна».

Улучшение качества грузоперевозок, а также, как отмечалось выше, экологичность железнодорожных перевозок, позволит объединить три направления новой транспортной стратегии: «повышение транспортной доступности территорий», «увеличение скорости доставки», «повышение качества транспортных услуг и безопасности».

Отметим видимые эффекты от внедрения «грузовых деревень» и развития контейнерных перевозок:

- инвестиционная привлекательность;
- развитие «зеленой логистики» и снижение логистических издержек;
- бюджетная эффективность от создания новых рабочих мест и повышение уровня жизни населения;
- обеспечение удобной логистики для компаний e-commerce и offline-торговли, транспортных компаний и производителей; определенная разгрузка улично-дорожной сети;
- наращивание объемов грузовых перевозок, и, как следствие, повышение доходов.

Экономическая эффективность при увеличении контейнеризации: экономия затрат при затаривании и упаковке грузов; повышение сохранности грузов при перевозке (100%); снижение расходов на погрузочно-разгрузочные работы (в 5 раз); увеличение скорости доставки грузов (на 1-8 суток); сокращение стоимости грузовой массы, одновременно находящейся в процессе транспортировки.

Итак, внедрение новых трендовых программ развития позволит не только выстоять от лавины санкций и запретов, но оптимизировать затраты по перевозочным видам деятельности транспортной компании, получить дополнительную выручку от наибольшей эффективности затрат, тем самым занять новую конкурентную позицию на рынке грузовых перевозок. На сегодняшний день рыночная ниша компании РЖД по осуществлению железнодорожных грузовых перевозок составляет порядка 78%, при использовании контейнеризации и строительства «грузовых деревень» в рамках санкций, рисков и возможностей эффективного устойчивого развития в направлении управления затратами компания сможет увеличить свою нишу до 85%, особенно учитывая такие внешние факторы, как геополитическая и санкционная ситуация, когда часть грузопотоков может быть перераспределена на железнодорожный транспорт с автомобильного и морского транспорта, с учетом освоения Восточного полигона, что приведет к росту выручки.

Список литературы

1. Павлова А.Н. Использование отдельных преимуществ транспортных компаний на рынке грузоперевозок в рамках устойчивого развития // Актуальные проблемы экономики, менеджмента, права и информационных технологий: теория и практика: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр «Научная книга». – 2023. – С. 124-126.

2. О перспективах развития железнодорожной инфраструктуры в России. 2022 г. «Деловой профиль». [Электронный ресурс]. – URL: <https://delprof.ru/press-center/company-news/spetsialisty-gruppy-predstavlyayut-obzornuyu-analitiku-o-perspektivakh-razvitiya-zheleznodorozhnoy-i/> (дата обращения 29.10.2023).

3. Спецпроект о последствиях введенных санкций для российской логистики. 2022 г. Деловой журнал «РЖД Партнер». [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.rzd-partner.ru/zhd-transport/news/rzhd-partner-podgotovil-spetsproekt-o-posledstviyakh-vvedennykh-sanktsiy-dlya-rossiyskoy-logistiki> (дата обращения 29.10.2023).

4. Савушкин С.А., Лемешкова А.В. Факторы развития транспорта России в условиях санкций // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2022: материалы Международной научно-практической конференции, – СПб.: ИПТ РАН. – 2022. – Т. 1. – С. 28-33.

5. Самусев Н.С., Потапов Г.М., Рахматова Е.А. Нормативно-правовая база, регламентирующая контейнерные железнодорожные перевозки, и её применение на

территории Российской Федерации // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2019: материалы Международной научно-практической конференции. – СПб.: ИПТ РАН. – 2019. – Т. 2. – С. 52-57.

6. Павлова А.Н., Гуськина Н.В. Управление затратами транспортной компании и их влияние на экономико-технологический потенциал хозяйствующего субъекта // Экономика и предпринимательство. – 2022. – № 3(140). – С. 1232-1236.

7. Шредник Н.А., Афонин А.В. Экологический аспект деятельности железнодорожного транспорта в России // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2021: материалы Международной научно-практической конференции. – СПб.: ИПТ РАН. – 2021. – Т. 2. – С. 76-78

8. Транспортная стратегия РФ до 2030 года с прогнозом на период до 2035 г. [Электронный ресурс]. – URL: <https://mintrans.gov.ru/ministry/targets/187/191/documents> (дата обращения 29.10.2023).

9. Обзор рынка контейнерных перевозок. [Электронный ресурс]. – URL: <https://ar2022.fesco.ru/ru/strategic-report/market-overview/transportation#overview-russian-container-market> (дата обращения 29.10.2023).

10. Грузовая деревня – новый элемент транспортно-логистической системы / С.П. Вакуленко, П.В. Куренков, Д.Ю. Роменский [и др.] // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. – 2022. – № 11. – С. 3-9.

УДК 656.222.5

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБОСНОВАНИЯ ТАКТОВОГО ГРАФИКА ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ

Грачев Андрей Александрович – кандидат технических наук, доцент кафедры управления эксплуатационной работой

ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I

Шутов Иван Николаевич – кандидат педагогических наук, доцент, преподаватель

Санкт-Петербургский техникум железнодорожного транспорта – структурное подразделение ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I

Аннотация. В статье раскрыты технологические условия организации тактового движения электропоездов на головных участках железнодорожных направлений. Работа выполнена с целью определить методологические аспекты обоснования необходимости тактового движения для повышения качества транспортного обслуживания населения и оптимизации перевозочного процесса. Используются методы анализа пассажиропотоков и порядка назначения электропоездов в городской черте и пригородных зонах. Новизна исследования объясняет использование железнодорожного транспорта в черте мегаполиса и прилегающих пригородных территорий в системе общественного транспорта. Сформулированы основные принципы и целевые параметры организации тактового движения пригородных поездов.

Ключевые слова: график движения поездов, тактовое движение, пригородно-городские перевозки, расписание поездов, тактовый интервал.

METHODOLOGICAL ASPECTS OF JUSTIFICATION THE CLOCK SCHEDULE OF TRAINS

Grachev Andrey A. – Ph.D. (Tsc), Associate Professor of Train Traffic Operation Department; Emperor Alexandr I Petersburg State Transport University.

Shutov Ivan N. – PhD, Associate Professor, Lecturer railway College vocational-technical school Emperor Alexandr I Petersburg State Transport University.

Abstract. The article reveals the technological conditions of the organization of the clock movement of electric trains on the head sections of railway directions. The work was carried out in order to determine the methodological aspects of justifying the need for clock movement to improve the quality of public transport services and optimize the transportation process. The methods of analysis of passenger traffic and the order of appointment of electric trains in the city and suburban areas were used. The novelty of the study explains the use of rail transport in the megalopolis and adjacent suburban areas in the public transport system. The basic principles and target parameters of the organization of the clock movement of suburban trains are formulated.

Keywords: train schedule, clock movement, suburban-urban transportation, train schedule, clock interval.

Надежность перевозочного процесса и безопасность движения в перевозках пассажиров считаются важными составляющими урбанистической среды мегаполисов. Рост городских территорий требует мобильности жителей, поскольку затрачиваемое время на поездки определяет степень свободы человека. При стремительном росте доли городского населения во всем мире увеличение свободного времени человека может быть обеспечено функционированием высокотехнологичных транспортных систем, созданных на инфраструктуре рельсовых путей сообщения [1].

Строительство метро — большая тема для петербуржцев. Новые станции открылись давно – в 2019 г. Некогда мощная трамвайная система разрушена и магистральные маршруты уничтожены вследствие ошибочного понимания функции легкого рельсового транспорта как подвозочного к станциям метрополитена. Новые жилые территории вокруг мегаполиса привели к перегрузке всей системы общественного транспорта. Так, примыкающий к станции метро Девяткино областной город Мурино привел к значительной перегрузке: дневной пассажиропоток составляет 72 850 чел. В самый напряжённый час пик (с 8 до 9 ч утра) по этой станции проходит до 15 000 чел. [2]. Это максимальный показатель на первой (красной) линии метрополитена. Большой пассажиропоток проходит только по станции Купчино. На этих станциях образовались пересадочные комплексы с железнодорожными линиями, которые связывают Петербург с ближайшими пригородами. Рельсовые транспортные системы в мировой практике стали испытанным средством решения подобных транспортных проблем [3]. Их возможности повышает применение инновационных технологий организации движения поездов. Тактовое движение обеспечивает повышение качества как пригородных, так и внутригородских перевозок, а следовательно – рост пассажиропотока.

Тактом в технических системах называют самую малую часть рабочего цикла какого-либо механизма. При организации транспортного процесса такт – интервал между движением перевозочных средств. Методологической основой тактового движения считаем, во-первых, равный интервал движения для поездов различных категорий в часы «пик» и внепиковый период. Во-вторых, важно строго соблюдать последовательность пропуска поездов по участкам. Обычно продолжительность повторяющегося цикла составляет 1 ч. Примером тактового расписания может быть отправление поездов каждые 15 мин в час: например, в 00, 15, 30, 45 мин.

Такт расписания для пригородных электропоездов подбирается исходя из принципов построения классического зонного графика, при котором требуется определить свой такт для каждой зоны в пиковом и обычном времени суток. На направлениях, на которых курсируют

различные категории пригородных поездов (например, пригородные скоростные), создается сводная конфигурация, включающая все категории поездов. Этот термин понимается в значении устойчивой схемы прокладки поездов в определенные часы суток. Такая схема принимается единой для анализируемого расчетного железнодорожного участка. В последнем понимании конфигурации характеристиками считаются количество поездов и их категорий в ней, наличие в конфигурации преобладающей категории поездов, скорость движения поездов преобладающей категории и продолжительность конфигурации на выделенном участке. Возможность создания конфигураций определяется тем практическим обстоятельством, что поезда одной и той же категории, как правило, концентрируются в определённые периоды суток. В эти периоды наблюдается преобладание одной категории поездов над другими.

Число поездов (N) каждой конфигурации определяется по величине пассажиропотока (A) за ее время. Пассажиропоток рассчитывается за любой промежуток времени в течение часа. Четырехзначная автоблокировка позволяет рассматривать значения пассажиропотока по минимальным 4-минутным интервалам. Расчетный тактовый интервал определяется числом поездов в конфигурации $I = 60 / N$. Полученное значение может оказаться не кратным 60. В таких случаях полученное значение тактового интервала принимаем равным делителю 60, т.е. 4, 5, 6, 10, 12 или 15 мин. Большие значения в 20 и 30 мин в расчет не принимаются, поскольку такт применяется при интенсивных пригородных перевозках – минимум 4 поезда в течение часа.

После назначения поездов в час максимальных перевозок рассчитывается число поездов на следующий час. При этом выбирают точку расписания, в которую поезд не будет назначен. Такая точка определяет пустой такт.

При организации тактового движения пассажирам не требуется знать расписание, сокращается время ожидания поездов, можно добраться на любом поезде до нужного остановочного пункта назначения. Но такие преимущества пассажиров существенно усложняют организацию движения поездов. Методологическим аспектом разрешения такого противоречия интересов пассажиров и перевозчика предлагается применение тактового непараллельного зонного графика, при котором сохраняется равный интервал между поездами различных назначений, а также подбор последовательности остановок с возможностью максимального сохранения интервалов.

Важно различать классический и «неклассический» тактовый график, которые отличаются отправлением поездов по такту в течение всего времени курирования или только в определенные часы суток. Это означает, что при «неклассическом» тактовом графике поезда будут отправляться с определенным интервалом в часы «пик», а в прочее время курсируют по расписанию без выдержки интервала. Такая система организации движения поездов применяется в Петербургском железнодорожном узле. Она привела к росту пассажиропотока на Ораниенбаумском и Павловском направлениях в 2023 г. по отношению к 2022 г. на 15%, а к доковидному 2019 г. на 30%.

За последнее десятилетие подходы к приоритету пропуска поездов существенно изменились. При дефиците пропускной способности магистральных направлений возникла необходимость ввода ускоренных и скоростных поездов, что объясняет конфликт интересов различных хозяйствующих субъектов, так как не разработаны соответствующие нормативные документы [4]. Кроме того, назначение ускоренных поездов без должного обоснования приводит к отмене обычных электропоездов или к их длительным стоянкам под обгоном на промежуточных станциях.

В настоящее время работа пригородного комплекса Петербургского железнодорожного узла осложняется повышением требований к безопасности и надежности движения по сравнению с 80-ми годами, когда пригородных поездов обращалось на 20% больше. Необходимость абсолютного выполнения графика движения поездов приводит к ограничительным мерам и снижению пропускной способности труднейших участков, особенно в часы «пик». Так, межпоездной интервал в узле увеличился в часы «пик» с

минимальных при автоблокировке 4 до 8-10 мин, в то время как в Петербургском метрополитене сократился от 100 до 90 сек.

Проведенный анализ работы пригородного комплекса Петербургского железнодорожного узла позволяет определить основные принципы и целевые параметры движения электропоездов:

1) выбор минимального межпоездного интервала в часы «пик» с учетом провозной способности пригородных участков и комфортности ожидания пассажиров;

2) совмещение продолжительности пиковых периодов в утренние и вечерние часы рабочих дней по головным пассажирским станциям с работой городского пассажирского транспорта;

3) определение остановок электропоездов в зависимости от пассажиропотоков и времени нахождения в пути;

4) перенос дневного технологического «окна» на головных участках пригородных направлений на ночное время суток;

5) интенсификация движения электропоездов по действующим радиальным направлениям;

6) создание диаметральных маршрутов для интенсивного курсирования пригородно-городских электропоездов по существующей инфраструктуре с инновацией ее элементов.

Список литературы

1. Вучик В.Р. Транспорт в городах, удобных для жизни. – М.: Альпина ПРО, 2023. – 675 с.

2. Комитет по транспорту Санкт-Петербурга. Официальный сайт Администрации Санкт-Петербурга. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.gov.spb.ru/gov/otrasl/c_transport/statistic (дата обращения 30.10.2023).

3. Грачев А.А., Шутов И.Н. Концептуальное понимание категории городской магистральный транспорт // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2020: материалы Юбилейной международной научно-практической конференции. – СПб.: ИПТ РАН. – 2020. – С. 129-133

4. Мохов Н.Б. Анализ транспортной системы мегаполиса Санкт-Петербург // Теория и практика управления предпринимательскими структурами в современных условиях: материалы II Международной научно-практической конференции. – СПб.: Санкт-Петербургский университет технологий управления и экономики. – 2023. – С. 312-316.

УДК 625.142.1:625.39

К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ ОПЕРАТИВНОГО РАЗВЕРТЫВАНИЯ

Локтев Алексей Алексеевич – доктор физико-математических наук, заведующий кафедрой транспортного строительства

Сычева Анна Вячеславовна – кандидат технических наук, доцент кафедры зданий и сооружений на транспорте

Чистый Юрий Антонович – кандидат технических наук, заведующий кафедрой зданий и сооружений на транспорте

ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта»

Аннотация. Предлагается способ укладки и конструкция оперативного развертывания железнодорожного пути с применением устройств подрельсового основания и мерных рельсов оригинальной конструкции с применением вязкоупругих элементы типа Максвелла и

типа Клейвина-Фогта. Способ основан на предположении, что железнодорожный путь преобразуется из последовательно соединенных упругих элементов верхнего строения пути в вязкоупругую конструкцию.

Ключевые слова. оперативное развертывание, железнодорожный путь, рельс, шпала, вязкость, упругость, оболочка, жидкость ньютона, модель максвелла, модель клейвина-фогта.

ON THE ISSUE OF CREATING A RAILWAY TRACK FOR RAPID DEPLOYMENT

Loktev Alexey Al. – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Head of the Department of Transport Construction

Sycheva Anna V. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Building and Structures in Transport

Chisty Yuri An. – Candidate of Technical Sciences, Head of the Department of Buildings and Structures in Transport

Russian university of transport (MIIT)

Abstract. A method for laying and a design for the rapid deployment of a railway track is proposed using under-rail base devices and measuring rails of an original design using viscoelastic elements of the Maxwell type and the Kleyvin-Vogt type. The method is based on the assumption that the railway track is converted from series-connected elastic elements of the track superstructure into a viscoelastic structure.

Keywords: rapid deployment, railway track, rail, sleeper, viscosity, elasticity, shell, newton's fluid, maxwell's model, kleyvin-vogt model.

Создание конструкции и технологии оперативного развертывания железнодорожного пути в условиях чрезвычайных ситуаций для доставки груза без его перегрузки на другой транспорт, в частности, находящегося в эшелоне перед разрушенным мостом является важной задачей в условиях чрезвычайных ситуаций и особых условий, например, ведения боевых действий и переброску эшелона через понтонную переправу.

Понтонные транспортные сооружения широко используются для военных целей многими армиями мира. Самым распространенным устройством, используемым для преодоления естественных преград многими армиями мира, является понтонный мост МЗ компании General Dynamics European Land System [1].

Предлагается в известную схему конструкции железнодорожного пути [2], представляемую в виде набора связанных друг с другом упругих элементов ввести вязкоупругие элементы типа Максвелла и Клейвина-Фогта [3,4] и в этом случае из последовательно соединенных упругих элементов верхнего строения пути железнодорожный путь превращается в вязкоупругую конструкцию, обеспечивая рассеивание механической энергии от возникающей нагрузки на путь [5,6].

Практическая реализация осуществляется за счет создания подрельсового основания различных исполнений по конструкции, защищенных группой патентов на изобретения [7-10]. В общем виде подрельсовое устройство представляют из себя пустотелый короб с монтажными стойками для установки в грунт, внутри короба размещена эластичная герметичная оболочка с впускным и выпускным клапанами, сообщенными с источником вязкой рабочей среды (пневмодократ). На оболочки устанавливаются опорные плиты, а на них отрезки рельсов со специальными креплениями. Рельсы выбираются такой длины, чтобы была возможность укладывать их средствами малой механизации или даже вручную [11]. Положение рельсовых нитей по уровню регулируют перемещением плиты за счет изменения давления в оболочке, на первом этапе создания системы вручную, а в дальнейшем с помощью автоматической системы поддержания давления пневмодократов, в том числе с учетом веса

перемещаемого подвижного состава. Регулирование положения рельсовых нитей в плане осуществляется перемещением плиты вручную по эластичной оболочке в горизонтальной плоскости в зазорах, ограниченных поверхностью опорной плиты, стенами корпуса и специально оборудованными упорами. После того как подрельсовые основания уложены и положение рельсовых нитей в плане и по уровню отрегулировано, временный железнодорожный путь готов к пропуску подвижного состава [12]. Подрельсовое основание укладывается под каждый рельс или одно на оба рельса как шпала. На рисунке приведена схема конструкции одного из вариантов железнодорожного пути в виде подрельсового устройства, состоящего из двух частей подрельсового основания. В корпус (3) укладывается оболочка (6), наполненная жидкостью Ньютона и на нее верхняя опорная плита (4) с рельсами (5), стойки (1) забиваются в неподготовленный грунт, регулируя давление в оболочке (6) устанавливают уровень рельсов.

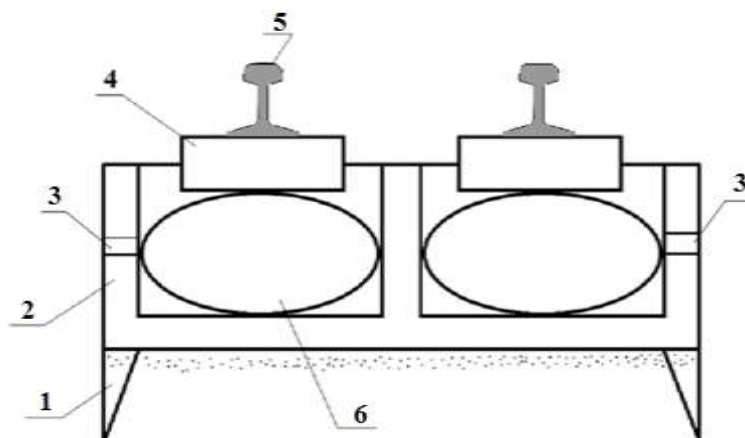


Рисунок – Схема подрельсового основания железнодорожного пути оперативного развертывания

Таким образом, железнодорожный путь изготавливается по типу понтонных переправ, что не требует проведения дорогостоящих работ для его укладки. Для удобства транспортировки, укладки и закрепления подрельсового устройства на укладываемой поверхности короб изготавливают перфорированным с монтажными устройствами. При этом укладка железнодорожного пути не требует специальной квалификации, а осуществляется простым способом: на поверхность земли устанавливают и фиксируют корпус, в который свободно укладывают эластичную оболочку с впускным и выпускным клапанами, и через устройства управления для регулирования величины давления в оболочке, наполняют рабочей средой эластичную оболочку, и устанавливают на нее верхнюю опорную плиту со средством для установки на ней рельса, изменяют давление в оболочке и положение упоров для выравнивают рельса за счет перемещения опорной плиты гибкой оболочкой в зазорах, ограниченных поверхностью плиты и стенами корпуса и упорами.

Эффективность применения заключается:

- в простоте и дешевизне укладки короба на неподготовленную поверхность с регулированием уровня рельсовой нити на уложенном пути за счет изменения давления в оболочке;
- в отсутствии необходимости возведения земляного полотна, выгрузки балласта, специальной квалификации рабочих;
- многоразовости использования;
- высокой оперативности укладки временного железнодорожного пути.

Заключение

Предлагаемый способ и конструкция железнодорожного пути оперативного развертывания позволяет обеспечить скрытую оперативную доставку ракетного комплекса от

магистральной железной дороги вглубь территории на несколько километров без перегруза с одного транспортного средства на другое, а также эшелона от разбомбленного моста до ближайшей понтонной переправы.

Железнодорожный путь может быть использован также в качестве временного пути в условиях крайнего севера.

Список литературы

1. Ryabkov A.V. Technology of road construction and laying of pipelines in marshy and waterlogged areas using pontoon modules // IOP Confrence Series: Materials Science and Engineering. – 2019. – Vol. 663. – № 012015.

2. Расчеты и проектирование железнодорожного пути: – М. Маршрут, 2003. – 486 с.

3. Кристенсен Р. Введение в теорию вязкоупругости. – М.: Мир, 1974. – 228с.

4. Локтев А.А., Сычева А.В., Запольнова Е.В., Сычев В.П., Дмитриев В.Г. Исследование особенностей динамической реакции верхнего строения железнодорожного пути от подвижного состава на основе модели трансверсально-изотропной пластины на деформируемом основании // Проблемы машиностроения и автоматизации. – 2018. – № 2. – С. 55-65.

5. Сычева А.В. Определение динамических характеристик взаимодействия колеса и рельса железнодорожного пути оперативного развертывания // Внедрение современных конструкций и передовых технологий в путевое хозяйство. – 2023. – Т.19. – С. 41-47.

6. Локтев А.А., Сычева А.В., Сычев В.П. Решение задачи равенства деформаций вязких и упругих элементов подрельсового основания железнодорожного пути // Внедрение современных конструкций и передовых технологий в путевое хозяйство. – 2022. – Т.18. – С. 62-71.

7. Патент № 2746554 E01B 3/00; E01B 3/20; E01B 3/46 Подрельсовое устройство железнодорожного пути и способ укладки по меньшей мере одного подрельсового устройства железнодорожного пути, // Сычев В.П., Локтев А.А., Сычева А.В., Кузнецова Н.В., Сычев П.В. // патентообладатель ООО Вагонпутьмашпроект №2020124286 заявл. 22.07.2020, бюл. №11, опубли. 15.04.2021.

8. Патент № 2750544. E01B 23/00; E01B 29/02 Способ оперативного развертывания железнодорожного пути и устройство подрельсового основания и устройство подрельсового основания // Сычева А.В., патентообладатель ООО Вагонпутьмашпроект, № 2020132129 заявл 29.09.2020, бюл. 19, опубли. 26.06.2021.

9. Патент № 2785239 E01B 23/00; E01B 23/08 Железнодорожный путь оперативного развертывания и способ регулирования рельсовой нити по уровню и в плане// Сычев В.П., Локтев А.А., Сычева А.В., Чистый Ю.А., Сычев П.В., Потапов А.В./ патентообладатель ООО Вагонпутьмашпроект, № 2022111528 заявл. 27.04.2022, бюл. 34, опубли. 05.12.2022.

10. Патент № 2783010; E01B 23/00; E01B 29/02; E01B 5/14; E01B 9/02 Модуль рельсовой колеи и способ его оперативной укладки// Сычев В.П./ патентообладатель В.П. Сычев, № 2022114221 заявл. 25.05.2022, бюл. 31 опубли. 08.11.2022.

11. Патент № 213540 E01B 5/02; E01B 11/12; E01B 9/00 Мерный рельс для оперативного развертывания железнодорожного пути // Сычев В.П./ патентообладатель В.П. Сычев. № 2022115213 заявл. 06.06.2022, бюл. 26 опубли. 15.09.2022.

12. Сычева А.В., Локтев А.А., Сычев В.П., Чистый Ю.А., Потапов А.В. Оперативное развертывание железнодорожного пути в особых условиях // Путь и путевое хозяйство. – 2022. – №12. – С.20-22

13. Sychev V.P., Ovchinnikov V.D., Abdurashitov A.Yu., Pokatsky V.A., Sycheva A.V. Ralls life cycle evaluation depending on the operating conditions AIP // Conference Proceedings. – 2023. – № 2476. – P. 020010.

О СНИЖЕНИИ ВЛИЯНИЯ УДАРА КОЛЕСА ПО РЕЛЬСУ ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА В СТЫКАХ МОДУЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ ОПЕРАТИВНОГО РАЗВЕРТЫВАНИЯ

Сычев Петр Вячеславович – кандидат технических наук, генеральный директор ООО Вагонпутьмашпроект

Локтев Алексей Алексеевич – доктор физико-математических наук, заведующий кафедрой транспортного строительства

Сычев Вячеслав Петрович – доктор технических наук, профессор кафедры транспортного строительства

ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта»

Аннотация. При укладке временного железнодорожного пути оперативного развертывания применяется модульный принцип формирования рельсовых нитей, представляющий из себя набор модулей до 6 метров длиной, укладываемых в стык. Ставится задача снизить влияние удара в стыках, которая решается с помощью математического аппарата решения классической задачи удара бойка по мишени.

Ключевые слова: рельс, железнодорожный путь, модуль, оболочка, стык, боек, мишень, развертывание, опора, удар.

ON REDUCING THE IMPACT OF A WHEEL ON A RAIL WHEN PASSING ROLLING STOCK AT THE JOINTS OF A RAPID DEPLOYMENT RAILWAY TRACK MODULE

Sychev Petr V. – Candidate of Technical Sciences, General Director

Vagonputmashproekt LLC

Loktev Alexey Al. – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Head of Department

Sychev Vyacheslav P. – Doctor of Technical Sciences, Professor Russian University of Transport

Russian university of transport (MIIT)

Abstract. When laying a temporary railway track for rapid deployment, the modular principle of forming rail threads is used, which is a set of modules up to 6 meters long, laid at the joint. The task is set to reduce the impact of the impact at the joints, which is solved using the mathematical apparatus of solving the classical problem of striking a striker on a target.

Keywords: rail, railway track, module, shell, joint, striker, target, deployment, support, impact.

Способ оперативного развертывания железнодорожного пути и устройство для его реализации предложенный в качестве временного для особых условий [1] при практической реализации может быть представлен как путь, состоящий из множества модулей [2]. рельсовых нитей и состоящего из мерного рельса [3] длиной 4 или 6 метров соответствующей весу, допускаемому для переноса вручную. Рельсы опираются на две подрельсовые опоры, содержащих оболочки, выполненные виде пневматического ролик-мешка (ПРМ) из резинокордной оболочки с коническими торцами. Из условий технологичности изготовления, доставки и укладки размер мерного рельса принимаются кратными одному метру, а по концам к подошве рельса крепятся верхние опорные плиты размером 0,2-0,25 м. На концах оболочки вмонтированы резьбовые втулки. К одной из них подключен узел контроля давления и вентиль для подачи сжатого воздуха, на другой установлен рым-болт для перемещения ролик-мешка при эксплуатации прокладки под рельсы, в том числе для обеспечения проектных значений

подуклонки рельсов. На рисунке приведен общий вид модуля, соединяемого в стык с другим модулем. На неподготовленную поверхность через нижнюю опорную плиту укладываются оболочки, на которые укладывается промежуточная верхняя опорная плита, а на нее мерный рельс. В зависимости от длины мерного рельса укладываются под него промежуточные опоры. Следующий модуль укладывается в стык с зазором к следующему модулю.

Проблема при реализации модуля железнодорожного пути оперативного развертывания заключается в необходимости снизить силу удара колеса об рельс при проходе через стыки.

В этой связи решение может быть основано на решении классической задачи взаимодействия ударника (колеса) и мишени (рельса) [4,5].

Особенностью приложения нагрузки от транспортных средств является знакопеременность вертикальных и горизонтальных величин, фактически происходит не только нагружение мишени, но и ее разгрузка.

Сила взаимодействия ударника и мишени может быть представлена в виде следующих выражений для разных этапов деформирования и контакта: $P = k\alpha^{\frac{3}{2}}$, для этапа активного нагружения пути

$$P = P_m \left[\frac{(\alpha - \alpha_0)}{(\alpha_m - \alpha_0)} \right]^q, \text{ для этапа разгрузки мишени} \quad (1)$$

где P_m – максимум силы взаимодействия на этапе нагружения, α_m – максимум локальных деформаций смятия в контактной области колеса и рельса, α_0 – текущая величина смятия, определяемая как:

$$\alpha_0 = \begin{cases} \beta(\alpha_m - \alpha_{cr}) & \text{при } \alpha_m > \alpha_{cr}, \\ 0 & \text{при } \alpha_m \leq \alpha_{cr}, \end{cases} \quad (2)$$

где q и β - параметры, определяемые экспериментально, α_{cr} – пороговое значение локальных деформаций смятия.

В исследованиях α_0 зачастую определяется по формуле

$$\alpha_0 = \alpha_m \left[1 - \left(\frac{\alpha_{cr}}{\alpha_m} \right)^{\frac{2}{5}} \right], \quad (3)$$

а параметр $q = 2.5$.

Некоторые исследователи рассматривали ударное воздействие по мишени из композита, имеющего следующие механические свойства: $E_r = 120$ ГПа, $E_\theta = 7.9$ ГПа, $G_{rz} = G_{r\theta} = G_{\theta z} = 5.5$ ГПа, $\sigma_{rz} = 0.3$, $\rho = 1582$ кг/м³, $h = 0.135$ мм, ударяющим телом принималась сфера со следующими параметрами: $E = 207$ ГПа, $\sigma = 0.3$, $\rho = 7850$ кг/м³, $R_1 = 12.7$ мм. Коэффициенты $\beta = 0.094$, $\alpha_{cr} = 0.0167$ мм. находились экспериментально, как это советовал делать Голдсмит, для множителя q предлагался некоторый интервал изменения от 1.5 до 2.5. Здесь же авторы, одними из первых, предлагают выражения для силы взаимодействия линеаризовать в виде

$$P = k_1 \alpha, \text{ где } k_1 = P_m^{\frac{1}{3}} k^{\frac{2}{3}} \quad (4)$$

При численном моделировании данный подход линеаризации был осуществлен с совмещением с методов конечных элементов и был реализован в полном объеме на ЭВМ. В данной работе было представлено удовлетворительное совпадение графиков для силы взаимодействия, рассчитанной с помощью предлагаемой методики и метода, моделирующего силу взаимодействия двух тел посредством набора пружинных элементов. В целом данных

подход похож на группу методов Б и наиболее точно может быть реализован с помощью численных алгоритмов и вычислительных средств, само бьющее тело моделируется последовательным соединением груза массой $m/4$ и упругим цилиндрическим элементом с жесткостью $k_1/4$. Представляемые итоги расчета для совокупности трех моделей хорошо соотносятся друг с другом, это позволяет сделать вывод о возможности использования упрощенных подходов вместе с численными процедурами, реализованными на ЭВМ [6,7].

Динамическое поведение железнодорожного пути можно моделировать посредством волновых уравнений типа Уфлянда-Миндлина, коэффициенты которых были записаны в виде матриц. Нормальное перемещение точек мишени возможно представить, как рекуррентное интегральное выражение, подобное использованному в схеме Ньюмарка

$$(w_i)_{n+1} = (w_i)_n + \Delta t(\dot{w}_i) + \left(\frac{\Delta t^2}{4m}\right)(\ddot{w}_i)_n - \left(\frac{\Delta t^2}{4m}\right)(P)_{n+1}, \quad (5)$$

Выражение (5) необходимо подставить в соотношение (1) для контактной силы, в результате можно получить формулы для силы взаимодействия как на этапе нагружения, так и на этапе разгрузки для множества связанных временных интервалов, а рамках продолжительности контакта двух тел

$$(P)_{n+1} = k[q - (w)_{n+1} - \beta_1(P)_{n+1}]^{1.5} \quad (6a)$$

$$(P)_{n+1} = k_1[q - (w)_{n+1} - \alpha_0 - \beta(P)_{n+1}]^{2.5}, \quad (6b)$$

где

$$q = (w)_n + \Delta t(\dot{w}_i)_n + \left(\frac{\Delta t^2}{4}\right)(\ddot{w}_i)_n, \beta_1 = \frac{\Delta t^2}{4m_i}, k_1 = \frac{P_m}{(\alpha_m - \alpha_0)^{2.5}}.$$

Определяющие уравнения (6a) и (6b) предлагается решать с помощью численного метода Ньютона-Рафсона с применением начальных условий динамического контакта. Предлагаемая схема может быть реализована на любом традиционном языке программирования, а результатами работы программного приложения будут графики силы взаимодействия от времени для различных условий закрепления рельса к шпале при различных начальных скоростях движения при воздействия колесной пары на конструкцию пути с разными геометрическими параметрами и весом поезда [8].

Список литературы

1. Патент № 2750544. E01B 23/00; E01B 29/02 Способ оперативного развертывания железнодорожного пути и устройство подрельсового основания и устройство подрельсового основания // Сычева А.В., патентообладатель ООО Вагонпутьмашпроект, № 2020132129 заявл. 29.09.2020, бюл. 19, опублик. 26.06.2021.
2. Патент № 2783010; E01B 23/00; E01B 29/02; E01B 5/14; E01B 9/02 Модуль рельсовой колеи и способ его оперативной укладки// Сычев В.П./ патентообладатель В.П. Сычев, № 2022114221 заявл. 25.05.2022, бюл. 31 опублик. 08.11.2022.
3. Патент № 213540 E01B 5/02; E01B 11/12; E01B 9/00 Мерный рельс для оперативного развертывания железнодорожного пути // Сычев В.П./ патентообладатель В.П. Сычев. № 2022115213 заявл. 06.06.2022, бюл. 26 опублик. 15.09.2022.
4. Сычева А.В. Определение динамических характеристик взаимодействия колеса и рельса железнодорожного пути оперативного развертывания // Внедрение современных конструкций и передовых технологий в путевое хозяйство. – 2023. – Т.19. – С. 41-47.
5. Локтев А.А. Ударное взаимодействие твердого тела и упругой ортотропной пластинки // Механика композиционных материалов и конструкций. – 2005. – Т. 11, № 4. – С. 478-492.

6. Сычева А.В., Локтев А.А., Сычев В.П. Энергетический подход к решению задачи взаимодействия колеса и рельса для железнодорожного пути оперативного развертывания // Известия Трансиба. – 2022. – №4(52). – С.96-105

7. Sychev V.P., Ovchinnikov V.D., Abdurashitov A.Yu., Pokatsky V.A., Sycheva A.V. Ralls life cycle evaluation depending on the operating conditions AIP // Conference Proceedings. – 2023. – № 2476. – P. 020010.

8. Локтев А.А., Сычева А.В. Моделирование работы железнодорожного пути // Путь и путевое хозяйство. – 2014. – №7. – С.10-12.

УДК 629.7.02, 656.7.08, 533.655, 614.818

О ПРОБЛЕМЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПАССАЖИРОВ ПРИ АВАРИЙНОЙ ПОСАДКЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

Таранцев Александр Алексеевич – доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией проблем безопасности транспортных систем

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

Скодтаев Сослан Владиславович – старший научный сотрудник отдела экспертизы пожаров и организации подготовки экспертов

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева

Васьков Виктор Тихонович – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории проблем безопасности транспортных систем

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

Аннотация. С учётом важности авиaperевозок для северных регионов России показана проблема аварийности воздушных судов по причинам плохих погодных условий, отказов двигателей, ошибок экипажа и др. Также показано, что при аварийной посадке в условиях низких температур эвакуация пассажиров должна проводиться как в здание аэропорта, так и на безопасное расстояние ввиду риска возгорания топлива. Приведен пример моделирования процесса эвакуации и оценки вероятности её осуществления.

Ключевые слова: летательный аппарат, аварийная посадка, эвакуация пассажиров, низкие температуры.

ON THE PROBLEM OF PASSENGER SAFETY DURING AN EMERGENCY LANDING OF AIRCRAFT AT LOW TEMPERATURES

Tarantsev Alexander A. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Laboratory of Safety Problems of Transport Systems

Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences

Skodtaev Soslan V. – Leading Researcher of Department of Fire Expertise and organization of expert training

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

Vas'kov Viktor T. – Ph.D., Leading Researcher of the Laboratory of Safety Problems of Transport Systems

Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences

Abstract. Taking into account the importance of air transportation for the northern regions of Russia, the problem of aircraft accidents due to bad weather conditions, engine failures, crew errors, etc. is shown. It is also shown that in case of an emergency landing at low temperatures, the evacuation of passengers should be carried out both to the airport building and to a safe distance due to the risk of fuel ignition. An example of modeling the evacuation process and estimating the probability of its implementation is given.

Keywords: aircraft, emergency landing, evacuation of passengers, low temperatures.

Авиационный транспорт является важной составляющей транспортной стратегии РФ [1]. В частности, в докладе Росавиации [2] констатировано, что количество пассажиров, перевезенных российскими авиакомпаниями в 2022 г., составило 95,21 млн человек (снижение на 14,21% к 2021 г.). На внутренних воздушных линиях было перевезено 77,73 млн пассажиров (снижение на 11,17% к 2021 г.). Динамика отечественных пассажироперевозок представлена на рисунке 1 [3], из которого видно падение объёма авиаперевозок пассажиров после развала СССР, восстановление объёма авиаперевозок к началу XXI века и их локальное падение в условиях кризиса, карантинных ограничений и в связи с последними политическими событиями.

Как показано в работе [4], авиаперевозки исключительно важны для северных регионов РФ ввиду недостаточной развитости там наземной транспортной инфраструктуры [5,6].

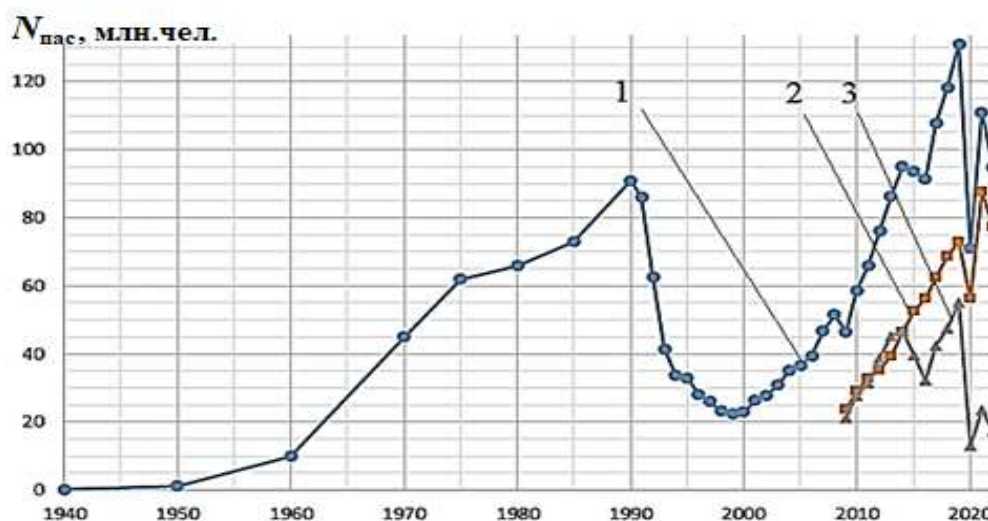


Рисунок 1 – Динамика отечественных пассажироперевозок воздушным транспортом (1 – общее количество авиаперевозок, 2 – внутренние авиаперевозки, 3 – международные авиаперевозки)

Хотя авиатранспорт и признан наиболее безопасным, он не лишён риска возникновения аварий и даже катастроф с большими человеческими жертвами. По данным Международной ассоциации воздушного транспорта (ИАТА) число погибших при авиaproисшествиях на коммерческих рейсах в 2022 г. увеличилось до 158, в то время как в 2021 г. погиб 121 человек. А средний уровень данного показателя за последние 5 лет (2018-2022 годы) довольно высокий – порядка 231 чел. В России же по данным [7] в 2022 г. в гражданской авиации произошло 35 авиационных происшествий, в т.ч. 13 авиакатастроф, в которых погибли 28 человек.

Особо опасными являются аварийные посадки воздушных судов в условиях низких температур и в местности, удалённой от аэропортов и населённых пунктов [4] (рис.2). Там же обоснована необходимость скорейшей эвакуации пассажиров и экипажа из воздушного судна и перемещения людей (рис. 2) на безопасное расстояние и по возможности укрытия их в зданиях аэропортов, выведен закон распределения эвакуирующихся по дистанции.



а

б

в

Рисунок 2 – Аварийные посадки воздушных судов в условиях низких температур (а, б – самолёты, в – вертолёт)



Рисунок 3 – Эвакуация пассажиров на безопасное расстояние из аварийно приземлившихся самолётов в условиях низких температур

Дальнейший анализ показал, что модель эвакуации пассажиров из аварийно приземлившегося самолёта или при заправке самолёта топливом необходимо уточнять. Это связано с тем, что эвакуация будет проходить в 2 этапа: сначала пассажиры покидают воздушное судно, а затем удаляются в близлежащее здание при низких температурах воздуха или на безопасное расстояние при проливе топлива, его возгорании и риске взрыва.

Такой процесс эвакуации может быть описан с использованием имитационного моделирования. Например, если время покидания салона аварийного самолёта составляет 125 с, а скорость движения пассажиров вне самолёта от 0,5 до 2 м/с, то на 200-й секунде от начала эвакуации распределение пассажиров будет иметь вид, показанный на рисунке 4-а, динамика вероятности успешной эвакуации $P_3(t)$ при условии, что безопасное расстояние составляет 250 м, описывается выражением, представленным в формуле, и изображена на рисунке 4-б.

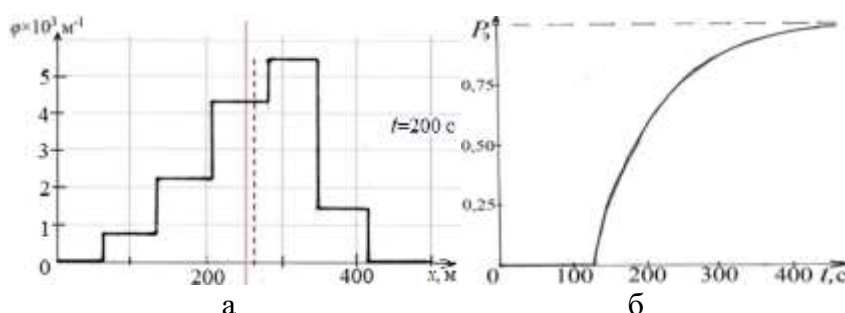


Рисунок 4 – Пример распределения эвакуирующихся при движении вне аварийного самолёта на момент $t=200$ с (а) и динамика вероятности эвакуации $P_3(t)$ на безопасное расстояние 250 м (б)

$$P_3 = \begin{cases} 0 & \text{при } t < 125 \text{ с,} \\ 1 - \exp[-0,012(t - 125)] & \text{при } t \geq 125 \text{ с.} \end{cases}$$

Таким образом, в работе показана важность авиаперевозок в РФ и, прежде всего, в Арктической зоне и районах Крайнего Севера. Также обращено внимание на высокую аварийность полётов в этом регионе и опасности для пассажиров при аварийном приземлении

в условиях экстремально низких температур. Приведены результаты имитационного моделирования процесса эвакуации пассажиров и динамика вероятности успешной эвакуации. В дальнейшем представляется целесообразным продолжить исследования в части эвакуации пассажиров из самолёта при проливе и воспламенении топлива.

Список литературы

1. Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года. Распоряжение Правительства РФ от 27.11.21 № 3363-р.
2. Доклад «Об итогах работы Федерального агентства воздушного транспорта 2 2022 году, основных задачах на 2023 год и среднесрочную перспективу». М.: Минтранс РФ, ФА воздушного транспорта «Росавиация». – 2022. – 87 с.
3. Подорожание авиаперевозок в России побило 14-летний рекорд <https://dzen.ru/a/Y9LCv1uyhVhQxmr2> (дата обращения 07.10.2023).
4. Скодтаев С.В., Таранцев А.А. Проблема обеспечения безопасной эвакуации пассажиров при аварийной посадке воздушного судна в условиях низких температур // Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России». – 2023. – № 2. – С. 33-44.
5. Малыгин И.Г., Цыганов В.В. Комплекс моделей для управления стратегическим развитием транспортной инфраструктуры Сибири, Дальнего востока и российской Арктики в условиях изменения климата // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2022: материалы Юбилейной международной научно-практической конференции. – СПб.: ИПТ РАН. – 2022. – Т. 1. – С. 19- 23.
6. Бородина О.В., Шаталова Н.В. Метод многокритериальной оценки развития транспортных систем на примере отрасли авиационных перевозок // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. – 2023. – № 9. – С. 40-46.
7. Аварии и катастрофы в гражданской авиации России в 2022 г. [Электронный ресурс]. – URL: <http://rusaviacluster.ru/aviatsiya/aerokosmicheskij-kompleks/1787-avarii-i-katastrofy-v-grazhdanskoj-aviatsii-rossii-v-2022-g> (дата обращения 07.10.2023).

УДК 656.085.5

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ И РЕМОНТНО- ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ НА КРУПНОТОННАЖНЫХ СУДАХ

Актерский Юрий Евгеньевич – доктор военных наук, профессор, профессор кафедры пожарной безопасности зданий и автоматизированных систем пожаротушения

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева

Мотыженкова Марина Георгиевна – аспирант кафедры пожарной безопасности зданий и автоматизированных систем пожаротушения

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева;

Главный специалист отдела ОТ, ПБ и ООС

ООО «Новаяэнерджис»

Аннотация. Описываются предпосылки для создания и базовые принципы построения автоматизированной системы оценки и прогнозирования пожарной опасности при производстве строительных и ремонтно-восстановительных работ на крупнотоннажных

судах. Система основана на контроле и наблюдении за опасными факторами пожара в режиме реального времени, их анализе с учетом статистических данных, происходящих технологических процессах и принятой модели, расчете пожарного риска и сопоставлении его с критическим значением для объекта.

Ключевые слова: судно, корабль, строительство, ремонт, возгорание, пожар, управление рисками.

AUTOMATED SYSTEM OF FIRE HAZARD ASSESSMENT AND FORECASTING DURING CONSTRUCTION AND REPAIR AND RESTORATION WORKS ON LARGE-CAPACITY VESSELS

Akterskiy Yuriy E. – Doctor Military Sciences, Professor, Professor of the Department of Fire safety of Buildings and Automated Fire Extinguishing Systems

Saint-Petersburg University of state fire service of EMERCOM of Russia

Motyzhenkova Marina G. – Postgraduate Student of the Department of Fire safety of Buildings and Automated Fire Extinguishing Systems

Saint-Petersburg University of state fire service of EMERCOM of Russia;

Chief specialist of HSE department

Nova Energies LCC

Abstract. *The article describes the prerequisites for the creation and basic principles of building an automated system for assessing the fire hazard prediction during construction and repair and restoration work on large-capacity ships. The system is based on control and observation of fire hazardous factors in real time, their analysis taking into account statistical data, technological processes and the adopted model, calculation of fire risk and comparing it with the critical value for the object.*

Keywords: *surface ships, technological processes, ignition, fire, detecting of ignitions, ship repair.*

За период с 2019 по 2022 гг. предприятиями, включенными в реестр «Судостроение: верфи и проектные компании. 2023 год» было построено более 600 различных судов и кораблей совокупным водоизмещением более 1,7 миллионов тонн. По состоянию на I квартал 2023 года, суммарный объем строящихся и законтрактованных кораблей и судов превышает 530 единиц, а совокупное водоизмещение более 7 миллионов тонн. Повышение интенсивности производства ведет к росту числа возгораний в цехах предприятий, на строящихся, ремонтируемых судах [1].

С теоретической позиции целью противопожарной защиты является минимизация потенциального ущерба от пожара до нулевых значений. Однако это не является главной целью экономического субъекта – судостроительного или судоремонтного предприятия. Его целью является максимизация прибыли в абсолютном выражении путем строительства и ремонта судов. Ущерб от пожаров, мероприятия по организации противопожарной защиты и противопожарного режима относятся к статье затрат предприятия, поэтому, целью добросовестного экономического субъекта можно принять минимизацию затрат, связанных с пожарной опасностью. Так как на судах пожары приводят к крупному разовому ущербу, достаточно эффективным с точки зрения минимизации затрат, связанных с пожарной опасностью, представляется их предупреждение, а не тушение. Решение подобной задачи, применительно к объектам капитального строительства и находящимся в эксплуатации судам, как правило, производится в рамках мероприятий, заложенных в проектной документации, эффективность которых меняется в ходе жизненного цикла незначительно.

Однако судно в процессе строительства и ремонта представляет собой специфический объект защиты, который непрерывно модифицируется во времени и пространстве,

перемещаясь по стапельным местам, насыщаясь различными штатными системами, размещая на себе различные временные системы. При этом эти процессы продолжительны и масштабны. Обозначенные процессы, несмотря на попытки, очень часто не поддаются точному прогнозированию на этапе проектирования судна, поэтому для крупнотоннажных судов в России сложилась практика дополнительно выполнять проекты технического обеспечения судна на период строительства и ремонта. Но даже это не позволяет уверенно говорить об успешном контроле за пожарными рисками, поскольку процесс строительства очень динамический и многофакторный.

Технологические процессы строительства и ремонта кораблей принципиально разные, но анализ пожарной опасности схож по применению огнеопасных работ. В судостроительном производстве имеют место множество технологических операций, в процессе или в результате проведения которых существует возможность появления источников зажигания. Это работы с открытым огнем, электро- и газосварочные, газорезательные работы, электростроительные и электромонтажные работы, испытания электрических систем, работы, в результате которых возможно образование зарядов статического электричества и другие процессы, связанные с применением огня, образованием искр.

Решение сложных задач, таких как оценка пожарного риска, контроль и учет временной пожарной нагрузки, контроль огневых и огнеопасных технологических процессов, анализ противопожарного состояния объекта в целом и прогнозирование возникновения возгораний, возможность выдачи разрешений на проведение огневых работ на определенном участке, может выполняться с помощью автоматизированной системы. Данная система должна быть основана на контроле и наблюдении за опасными факторами пожара в режиме реального времени, их анализе, расчете пожарного риска и сопоставлении его с критическим значением для объекта, а также технологией строительства судна.

Управление пожарными рисками при строительстве и ремонте судов это прежде всего разработка и реализация комплекса мероприятий (инженерно-технического, экономического, социального характера), позволяющих уменьшить значение риска до приемлемого уровня. В связи с тем, что процесс строительства кораблей и судов представляет собой высокотехнический и сложный процесс с постоянным изменением размеров изделия, оснащения, комплекса технологических операций, пожарной нагрузки, то и величина пожарного риска будет изменяться в каждую единицу времени. Для реализации управления пожарными рисками в динамически развивающихся системах необходимо обеспечить контроль и сопоставление технологии строительства судна с выполняемыми технологическими процессами, возникающими опасными факторами пожара, идентификацию их, контроль роста пожарной нагрузки в условиях строящегося заказа и систему выдачи разрешений на огневые работы. С такого рода задачами справляются экспертные системы поддержки принятия решений, опираясь на ВМ модель объекта и зная технологию строительства судна, получая информацию с контроллеров пожарной сигнализации, системы контроля и управления доступом и имея информацию о районах с огневыми работами, система отслеживает и контролирует противопожарное состояние строящегося или ремонтируемого судна, а также ведет учет работников, находящихся на нем. В зависимости от изменения полученной информации система выполняет пересчет значения пожарного риска. Таким образом, автоматизированная система оценивания и прогнозирования пожарной опасности представляется наилучшим решением задачи минимизации затрат, связанных с пожарной опасностью при производстве строительных и ремонтно-восстановительных работ на крупнотоннажных судах.

Структурная схема программно-аппаратного комплекса автоматизированной системы оценивания и прогнозирования пожарной опасности при производстве строительных и ремонтно-восстановительных работ на крупнотоннажных судах приведена на рисунке.

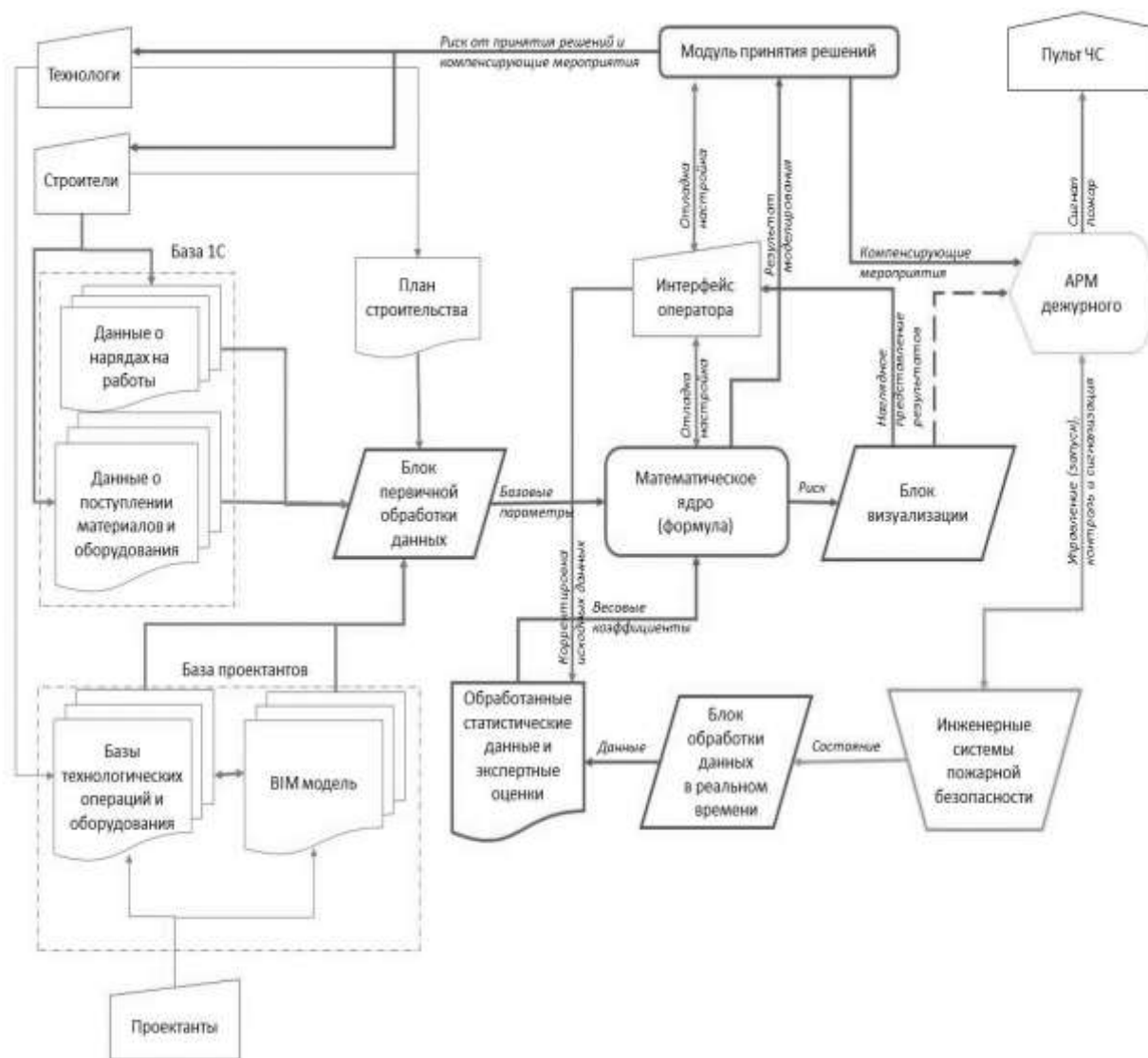


Рисунок – Структурная схема программно-аппаратного комплекса

Математическое ядро – программно-аппаратный модуль, осуществляющий прогностические оценки в соответствии с математическим аппаратом, на основании исходных данных и граничных условий, предоставленных блоком первичной обработки данных, и расчетных коэффициентов, предоставленных модулем обработки статистических данных. Пересчет осуществляется каждый раз как изменяются какие-либо параметры на входе. В основе его работы лежит математическая модель:

$$MIN[Зп(T_{ЭТ})] + ARO(N, t, T_{ЭТ}) \cdot [Ул(t, T_{ЭТ}) + Ук(T_{ЭТ}) + Утос(T_{ЭТ})],$$

где $Зп$ – затраты на противопожарную защиту, $T_{ЭТ}$ – технологический этап, ARO – вероятностью наступления пожара, N – номер отсека, t – время суток, $Ул$ – ущерб людям, $Ук$ – ущерб судну, $Утос$ – ущерб техническому обеспечению судна.

Блок первичной обработки данных, программный модуль? осуществляющий формирование исходных данных и граничных условий для математического ядра, путем анализа данных из внешних баз. Осуществляет пересчет не реже, чем перед началом каждой рабочей смены.

Блок обработки данных в реальном времени, программно-аппаратный модуль, преобразующий информацию от противопожарных систем (адаптивной системы раннего обнаружения возгорания и т.п.), работает в режиме реального времени.

Интерфейс оператора программно-аппаратный модуль, обеспечивающий интерактивное взаимодействие оператора с системой, внесение ручных корректировок и откладку.

Блок визуализации обеспечивает выдачу дежурному персоналу наглядных отчетов о противопожарном состоянии на объекте защиты: показ тепловых карт вероятности возгорания в объеме судна, системных сообщений.

Модуль принятия решений эвристическая система с элементами искусственного интеллекта, инициализирующая работу математического ядра, анализирующая результаты его работы, формирующая статистические отчеты и рекомендации по снижению риска возгорания, отвечает за прогнозирование.

Внедрение автоматизированной системы оценивания и прогнозирования пожарной опасности может стать новой вехой в борьбе с пожарами при строительстве и ремонте на крупнотоннажных судах. Это позволит качественно перейти от оценки рисков к управлению ими, что в сочетании с искусственным интеллектом позволит не только снизить ущерб от пожаров, но и оптимизировать затраты на противопожарные мероприятия. Более того, с помощью этой системы станет возможен эффективный сбор объективной статистики, не подверженной искажениям человеческим фактором. Все это в конечном итоге позволит внедрить гибкое управления рисками на базе физической модели процессов и актуальной статистики, тем самым исключив полуэмпирическое строгое нормирование, повысив эффективность и безопасность процессов строительства и ремонта судов.

Список литературы

1. Развитие судостроительной отрасли в РФ в 2023 году: спрос превышает предложение. [Электронный ресурс] – URL: <https://delprof.ru/press-center/open-analytics/gazvitie-sudostroitelnoy-otrasli-v-rf-v-2023-godu-spros-prevyshaet-predlozhenie/?ysclid=loir1f7xxr590349699> (дата обращения 21.10 2023).

2. Pekka Räisänen. Fire Risk and its Management in Cruise Vessel Construction Projects: Aalto University publication series // Doctoral dissertations. – Helsinki. – 2014. – Vol. 101. – P 37.

3. Актерский Ю.Е., Мотыженкова М.Г. Технические решения по обеспечению пожарной безопасности при выполнении работ по обработке конструкций из титановых и алюминиевых сплавов в судостроительной и судоремонтной промышленности // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2019: материалы Международной научно-практической конференции. – СПб.: ИПТ РАН. – 2019. – Т. 2. – С 195-199.

4. Актерский Ю.Е., Мотыженкова М.Г., Шидловский Г.Л. Адаптивная система раннего обнаружения возгораний на этапах строительства и ремонта судов класса «Aframax» // Проблемы управления рисками в техносфере. – 2020. – № 4(56). – С. 26-31.

УДК 53.09

САМОВОСПЛАМЕНЕНИЕ ЛЕСОВ И ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ

Овсянников Владислав Михайлович – доктор технических наук, профессор
ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта»

Аннотация. В статье рассматривается самовозгорание электронных устройств и леса. Полные уравнения электродинамики учитывают квадратичные и кубические инварианты. Эти уравнения позволяют рассчитать тонкие процессы генерации

электромагнитных волн. Полные уравнения помогут найти некоторые причины пожаров, возникающих в природе и технике.

Ключевые слова: напряженность электрического поля, волновое уравнение, квадратичный инвариант, кубический инвариант, всплеск напряженности, самовоспламенения.

SELF-IGNITION OF FOREST AND ELECTRONIC DEVICES

*Ovsyannikov Vladislav M. – Doctor of Technical Sciences, Professor
Russian University of Transport*

Abstract. *The article examines the spontaneous combustion of electronic devices and forest. The complete equations of electrodynamics take into account quadratic and cubic invariants. These equations can calculate the subtle processes of generating electromagnetic waves. Complete equations will help to find some of the causes of fires that occur in nature and technology.*

Keywords: *electric field strength, wave equation, quadratic invariant, cubic invariant, voltage surge, self-ignition.*

В учебнике Л.И. Седова [1] по механике сплошной среды, охватывающем теорию упругости, гидродинамику и электродинамику, приведено выражение для коэффициента объемного расширения, содержащее три инварианта тензора деформаций: линейный, квадратичный и кубический. Для него делается упрощение, исключая высшие инварианты: квадратичный и кубический. При построении гидродинамики и электродинамики делается аналогичное упрощение с исключением высших инвариантов тензора скоростей деформаций из уравнения неразрывности.

Это же сделал Л.Эйлер в 1752 г., выведя уравнение неразрывности для несжимаемой жидкости при использовании линейного по времени лагранжева закона движения жидкой частицы [2-4] с учетом всех трех инвариантов, а при упрощениях исключил высшие инварианты предельными переходами.

Джеймс Максвелл, выписывая систему уравнений электродинамики, в качестве закона сохранения для напряженности электрического и магнитного поля взял упрощенные уравнения неразрывности без высших инвариантов с учетом только линейного инварианта, имеющего вид оператора дивергенции.

Когда возникли самовозгорания электронных приборов, когда исследования показали сложное поведение молний, возник вопрос: не надо ли учесть эти отброшенные на заре становления гидродинамики и электродинамики инварианты, чтобы получить более детальное описание электромагнитных явлений. Обсудим этот подход к моделированию электрических процессов.

1. **Учет квадратичного и кубического инвариантов в уравнении неразрывности для магнитного поля.** Уравнение неразрывности, полученное Эйлером в 1752 году, имеет вид [2-4]:

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} + (t - t_0) \left[\frac{\partial(u, v)}{\partial(x, y)} + \frac{\partial(v, w)}{\partial(y, z)} + \frac{\partial(w, u)}{\partial(z, x)} \right] + (t - t_0)^2 \partial(u, v, w) / \partial(x, y, z) = 0$$

Здесь u, v, w – скорости вдоль осей координат x, y, z ; $t - t_0$ – интервал времени деформации контрольной фигуры; $\frac{\partial(u, v)}{\partial(x, y)}$ и $\partial(u, v, w) / \partial(x, y, z)$ – якобианы поля скорости второго и третьего порядков соответственно.

Максвелл, обратя внимание на сходство линий магнитного поля с линиями тока жидкостей, использовал в качестве уравнений сохранения упрощенное Эйлером уравнение

неразрывности, не содержащее второго и третьего инвариантов. В работах [5,6] было выписано и исследовано полное уравнение неразрывности для магнитного поля

$$\begin{aligned} \frac{\partial H_x}{\partial x} + \frac{\partial H_y}{\partial y} + \frac{\partial H_z}{\partial z} + [(t - t_0)/(q\tau)] \left[\frac{\partial(H_x, H_y)}{\partial(x, y)} + \frac{\partial(H_y, H_z)}{\partial(y, z)} + \frac{\partial(H_z, H_x)}{\partial(z, x)} \right] \\ + [(t - t_0)^2/(q\tau)^2] \frac{\partial(H_x, H_y, H_z)}{\partial(x, y, z)} = 0 \end{aligned} \quad (1)$$

Здесь H_x, H_y, H_z – компоненты напряженности магнитного поля вдоль осей координат x, y, z ; q и τ – неизвестные коэффициенты, уравнивающие размерности слагаемых уравнения.

2. Учет квадратичного и кубического инвариантов в уравнении неразрывности для электрического поля.

Запишем для напряженности электрического поля аналогичное полное уравнение неразрывности

$$\begin{aligned} \frac{\partial E_x}{\partial x} + \frac{\partial E_y}{\partial y} + \frac{\partial E_z}{\partial z} + [(t - t_0)/(q\tau)] \left[\frac{\partial(E_x, E_y)}{\partial(x, y)} + \frac{\partial(E_y, E_z)}{\partial(y, z)} + \frac{\partial(E_z, E_x)}{\partial(z, x)} \right] \\ + [(t - t_0)^2/(q\tau)^2] \frac{\partial(E_x, E_y, E_z)}{\partial(x, y, z)} = 0 \end{aligned} \quad (2)$$

Здесь E_x, E_y, E_z – компоненты напряженности электрического поля вдоль осей координат x, y, z . Остальные уравнения электродинамики будут иметь общепринятый вид для электрически нейтральной непроводящей среды.

Добавление в теорему Гаусса-Остроградского для напряженности электрического поля дополнительных членов позволит более детально учесть его поведение.

Перейдем к выводу волнового уравнения электродинамики, сделав его согласно выводу Максвелла, приведенному в учебнике [7], но с учетом более полного уравнения (2).

Получим волновое уравнение для напряженности вдоль оси x в электрически нейтральной непроводящей среде

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 E_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 E_x}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 E_x}{\partial z^2} - \varepsilon \varepsilon_0 \mu \mu_0 \frac{\partial^2 E_x}{\partial t^2} = - \frac{t - t_0}{q\tau} \left\{ \frac{\partial}{\partial x} \left[\frac{\partial(E_x, E_y)}{\partial(x, y)} + \frac{\partial(E_y, E_z)}{\partial(y, z)} + \frac{\partial(E_z, E_x)}{\partial(z, x)} \right] \right. \\ \left. - \left(\frac{t - t_0}{q\tau} \right)^2 \frac{\partial}{\partial x} \left[\frac{\partial(E_x, E_y, E_z)}{\partial(x, y, z)} \right] \right\} \end{aligned}$$

Здесь ε_0 и μ_0 – электрическая и магнитная постоянные; ε и μ – относительные диэлектрическая и магнитная проницаемости среды. Аналогичный вид имеют волновые уравнения для остальных компонент напряженности электрического поля.

Получено неоднородное волновое уравнение, в правой источниковой части которого содержатся производные по координатам от квадратичного и кубического инвариантов.

Известно, что слагаемые правой части волнового уравнения оператора Даламбера сами не приводят к генерации электрического поля, а только передают через контрольную фигуру сигнал, появившийся на границе, или заданный начальным условием. Члены правой, источниковой части волнового уравнения генерируют новые волны. Поэтому становится понятным физический смысл слагаемых уравнения неразрывности, содержащих высшие инварианты: квадратичный и кубический.

Для сильно неоднородного поля электрической напряженности они генерируют всплеск напряженности электрического поля, приводящий в некоторых случаях к электрическому разряду. Практика решения аналогичного волнового уравнения для гидродинамики дала описание возникновения трехмерного гидравлического удара Жуковского. Ввиду близкой структуры уравнений можно ожидать описания сильных всплесков напряженности электрического поля.

Учет новых, не учитывавшихся ранее членов в волновом уравнении, позволяет объяснить большой разброс напряжения пробоя воздуха $10000 \div 45000$ В/см и сильные отличия натуральных результатов измерений от лабораторных. Для практического использования предложенных уравнений необходимо определить величину произведения qt в результате экспериментов.

Предложенные новые зависимости нуждаются в экспериментальном изучении. Ожидается, что практическое освоение расчетов с использованием дополнительных слагаемых позволит продвинуть проблему самовоспламенения лесов и электронных приборов [8].

Заключение

Приведено уравнение неразрывности для напряженности электрического поля, содержащее члены высокого порядка малости.

С его использованием выведено волновое уравнение для напряженности электрического поля, имеющее решения в виде возрастающих степенных функций времени.

Исследования волнового уравнения, возможно, позволят продвинуться в проблеме самовозгораний.

Список литературы

1. Седов Л.И. Механика сплошной среды. – Т.1. – М.: Наука. 1973. – 536 с.
2. Euler L. Principia motus fluidorum. Pars prior // Novi commentarii Academiae Imperialis scientiarum Petropolitanae, 1761. – Т. 6 (1756-1757). – Pp. 271-311.
3. Leonhardi Euleri. Commentationes Mechanicae ad theoriam corporum pertinentes. Volumen prius. Edidit C.A.Truesdell. – Lausannae, 1954. – 154 p.
4. Эйлер Л. Принципы движения жидкостей. Перевод начальных разделов доклада 1752 г. в Берлинской АН / Пер. с латинского Ивановой Е.В. и Овсянникова В.М. – 4-е изд., доп. – М.: Издательство «Спутник +», 2020. – 203 с.
5. Овсянников В.М. Использование геометрических свойств трех инвариантов в волновых задачах гидродинамики и электродинамики. // Труды школы-семинара «Волны-2023». – 2023. – С. 11-14.
6. Овсянников В.М. Описание волн неустойчивости высокотемпературной плазмы действием членов высокого порядка малости уравнения неразрывности Эйлера // Материалы школы: Волны и вихри в сложных средах: 13-ая Международная конференция-школа молодых ученых. – М.: ООО «ИСПОпринт». – 2022. – С. 197-206.
7. Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс физики. – М.: ВШ, 2000. – 718 с.
8. Мареев Е.А., Трахенгерц В.Ю., Иудин Д.И., Сорокин А.Е., Шаталина М.В. Современные проблемы исследования грозowego электричества // Проектирование и технология электронных средств. – 2004. – Специальный выпуск. – С. 7–16.

РАСЧЕТ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛАЗЕРНЫХ СИСТЕМ ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ В ГИДРОСФЕРЕ

Мартынов Виктор Леонидович – доктор технических наук, профессор кафедры радиосвязи на морском флоте

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

Шиманская Марианна Станиславовна – аспирант кафедры радиосвязи на морском флоте

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

Ассистент кафедры информатики

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Кречетова Эмилия Владимировна – аспирант кафедры радиосвязи на морском флоте

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

Аннотация. Вопросы совершенствования телекоммуникаций в гидросфере посредством передачи информации в оптическом диапазоне являются актуальными и стоят на повестке дня достаточно давно. Немаловажными задачами при этом являются защита передаваемой информации, а также обеспечение достаточной скорости передачи данных при обмене телевизионными изображениями между корреспондентами. В данной статье приводится расчёт технических характеристик лазерных систем для передачи информации в оптическом диапазоне, с помощью которого можно обеспечить передачу цифрового телевизионного сигнала по лазерному лучу в гидросфере.

Ключевые слова: обмен информацией, скорость цифровых потоков, оптический диапазон, полоса частот, лазерная система связи, направленность лазерного луча, дальность лазерного излучения, импульсно-кодовая модуляция.

CALCULATION OF TECHNICAL CHARACTERISTICS OF LASER SYSTEMS OF UNDERWATER VEHICLES FOR TRANSMITTING INFORMATION IN THE HYDROSPHERE

Martynov Victor L. – Dr.Sci. (Eng), professor of Maritime Radio communication department
Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping

Shimanskaya Marianna S. – postgraduate student of Maritime Radio communication department,

Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping;

Assistant of the Department of Computer Science

Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

Krechetova Emilia V. – postgraduate student of Maritime Radio communication department

Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping

Abstract. The issues of improving telecommunications in the hydrosphere through the transmission of information in the optical range are relevant and have been on the agenda for a long time. Important tasks in this case are the protection of the transmitted information, as well as ensuring sufficient data transfer speed when exchanging television images between correspondents. This article provides a calculation of the technical characteristics of laser systems for transmitting

information in the optical range, which can be used to transmit a digital television signal via a laser beam in the hydrosphere.

Keywords: information exchange, digital flow rate, optical range, frequency band, laser communication system, laser beam directivity, laser radiation range.

В настоящее время в связи с развитием подводной робототехники актуальным является техническая реализация обмена информацией между корреспондентами в оптическом диапазоне длин волн.

Американская фирма «ИТТ», проектируя для Национального управления по авиации и исследованию космического пространства (НАСА), предложила использовать лазерную систему связи со скоростью передачи информации 10^8 бит/с. В системе используется лазер на гранате с неодимом с выходной мощностью 1 Вт [1-3].

Говоря о перспективности лазерной связи, следует отметить ещё одно достоинство лазерного луча – его высокую направленность. Обычные радиостанции излучают в пределах широкого телесного угла. Применяя специальные антенны, добиваются направленности излучения. Однако степень направленности излучения остаётся более низкой по сравнению с направленностью лазерного луча. Угол расходимости луча θ определяется отношением λ/D , где λ – длина волны излучения, а D – диаметр передающей антенны. При $\lambda = 1$ мкм и $D = 0,1$ м этот угол составляет всего 10^{-8} радиан, что соответствует угловой секунде.

Благодаря высокой направленности лазерного луча можно существенно уменьшить потребление энергии на электропитание передающего устройства. Кроме того, уменьшается опасность нежелательного перехвата передаваемой информации. Отмечая преимущества лазерной связи, необходимо указать одно из главных её уязвимых мест. Речь идёт о влиянии гидросферы на дальность лазерного излучения.

В водной среде результаты применения оптического диапазона длин волн неоценимы по критерию скорости обмена информацией. Используя регулярную последовательность наносекундных лазерных импульсов с частотой следования 10 МГц, можно передавать информацию со скоростью 10^6 бит/с. При этом должна применяться импульсно-кодовая модуляция излучения, осуществляемая по принципу «включено-выключено» [3-5] («включено» – соответствующий лазерный импульс в импульсной последовательности сохраняется, «выключено» – импульс отсутствует).

Рассмотрим способ определения скорости цифрового потока, который может быть реализован на базе теоремы Шеннона [4].

Известно, что скорость c передачи информации равна отношению её переданного объёма I к времени передачи t :

$$c = \frac{1}{t} \text{ бит/с} \quad (1)$$

Теорема Шеннона показывает зависимость скорости передачи информации от технических характеристик системы передачи – ширины Δf полосы передаваемых частот и отношения «сигнал/шум» (S/N) в оконечном устройстве этой системы [4]:

$$c = \Delta f \cdot \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right), \quad (2)$$

где (S/N) – отношение среднеквадратической мощности сигнала к среднеквадратической мощности шума на выходе системы передачи; Δf полосы передаваемых частот.

Очевидно, что пропускающая способность системы передачи информации прямо пропорциональна ширине Δf полосы частот передачи. Например, в телефонии при передаче аналогового сигнала величина $\Delta f = 8$ кГц, а при передаче этого телефонного сигнала в цифровой форме, при 8 знаках двоичного кода (разрядности, равной 8, что соответствует 256 уровням квантования величины сигнала), полоса частот передачи в 8 раз шире и равна $\Delta f = 64$ кГц. Аналоговый сигнал имеет полосу частот $\Delta f = 22,05$ кГц и для его высококачественной цифровой передачи при 16 разрядах в двоичном коде требуется полоса

частот $\Delta f = 2,03$ МГц. Обычное ТВ изображение переносится аналоговым сигналом в полосе частот $\Delta f = 4$ МГц, а при 256 уровнях квантования величины сигнала $\Delta f = 32$ МГц. Полоса частот передачи в цифровом телевидении высокой чёткости (ТВЧ) равна $\Delta f = 504,3$ МГц [6,7].

Рассмотрим зависимость скорости c передачи цифровых потоков в гидросфере по лазерному каналу от величины отношения S/N , приведённые на рисунке 1:

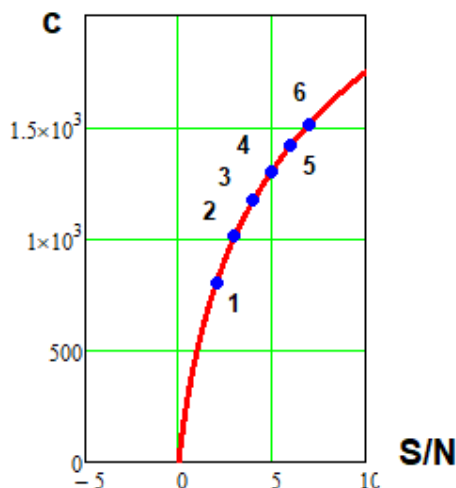


Рисунок 1 – Зависимость скорости c передачи цифровых потоков в гидросфере по лазерному каналу от величины отношения S/N . $\Delta f = 504,3$ МГц. Здесь в точке «1» значение $S/N_1 = 2$, в точке «2» $S/N_2 = 3$ и далее: $S/N_3 = 4$, $S/N_4 = 5$, $S/N_5 = 6$, $S/N_6 = 7$

Из графика следует, что между скоростью передачи цифровых потоков по лазерному каналу и отношением S/N – зависимость прямо пропорциональная. Сказанное иллюстрируется в таблице 1.

Таблица 1 – Зависимость скорости « c » передачи цифровых потоков в гидросфере по лазерному каналу от отношения « S/N ». « Δf » = 503,4 МГц

« S/N »	2	3	4	5	6
« c » (Мбит/с)	799,237	1009	1171	1416	1513

По рассмотренному критерию « S/N » скорости цифровых потоков велики, что сложно реализовать на практике для телевидения высокой чёткости [7-9].

Ранее отмечалось, что для передачи цифрового ТВ сигнала по лазерному лучу в гидросфере необходим канал с полосой пропускания $\Delta f_{ц}$, равной 108 МГц. Тогда, график зависимости скорости c передачи цифровых потоков в гидросфере по лазерному каналу от величины отношения S/N будет выглядеть в соответствии с рисунком 2:

Из данного графика следует, что значения величин между скоростью передачи цифровых потоков c по лазерному каналу и отношением S/N – существенно отличается от графика на рисунке 1. Сказанное иллюстрируется таблицей 2.

Таблица 2 – Зависимость скорости « c » передачи цифровых потоков в гидросфере по лазерному каналу от отношения « S/N ». « Δf » = 108 МГц

« S/N »	2	3	4	5	6
« c » (Мбит/с)	171,176	216	250,768	279,176	303,194

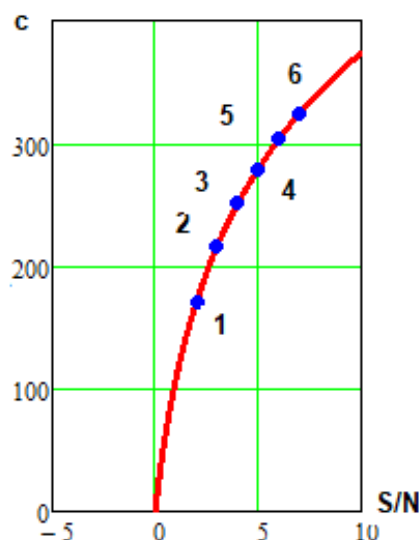


Рисунок 2 – Зависимость скорости s передачи цифровых потоков в гидросфере по лазерному каналу от величины отношения S/N . $\Delta f = 108$ МГц

Заключение

Таким образом, проведённые исследования показали, что для канала с полосой пропускания Δf , равной 108 МГц, скорости s передачи цифровых потоков обеспечат передачу цифрового ТВ сигнала по лазерному лучу в гидросфере.

Список литературы

1. Джакония В.Е., Гоголь А.А., Ерганжиев И.А., Коганер С.Э., Кондратьев А.Г., Куликовский Ю.П., Лисогурский В.И. Телевидение. – М.: Изд. «Радио и связь», 1986. – 456 с.
2. Грязин Г.Н. Системы прикладного телевидения. – СПб.: Изд. «Политехника», 2000. – 277 с.
3. Тарасов Л.В. Лазеры. Действительность и надежды // Библиотечка «Квант», выпуск 42. – М.: Изд. Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1985. – 176 с.
4. Дмитриев А.Л. Оптические системы передачи информации. – СПб: Изд. СПбГУИТМО, 2007. – 96 с.
5. Кречетова Э.В. Особенности волоконно-оптических технологий в вопросах совершенствования телекоммуникаций в морских акваториях // Подводное морское оружие. – 2022. – № 3(63). – С. 32-42.
6. Мартынов В.Л., Ксенофонтов Ю.Г., Шиманская М.С., Кречетова Э.В. Бродов М.Б. Основные требования к телевизионным коммуникациям с лазерной подсветкой при создании интегрированных поисковых систем подводных аппаратов // Информатизация и связь. – 2021. – № 5. – С. 60-67.
7. Буренков В.И., Васильков А.П., Шифрин К.С. Физическая оптика океана. – М.: Изд. Наука, 1983. – Т.1. – 371 с.
8. Зега Э.П., Иванов А.П., Кацев И.Л. Перенос изображения в рассеивающей среде. – Минск: «Наука и техника», 1985. – 328 с.
9. Соколов О.А. Видимость под водой. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1974. – 232 с.

ТРАНСПОРТИРОВКА ГРУЗОВ С ПОМОЩЬЮ АВТОНОМНЫХ НЕОБИТАЕМЫХ ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ

Каминский Валерий Юрьевич – кандидат технических наук, доцент, заведующий лабораторией проблем ресурсосбережения на транспорте

Скороходов Дмитрий Алексеевич – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории проблем безопасности транспортных систем

Андреюк Наталия Ростиславовна – младший научный сотрудник лаборатории проблем ресурсосбережения на транспорте

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

Аннотация. Показано, что подводные грузоперевозки имеют огромный потенциал для развития, особенно с учетом современной тенденции продвижения экологически устойчивых и эффективных видов транспорта. Уникальные характеристики подводных сред, такие как низкая температура, стабильные условия и защита от неблагоприятных атмосферных факторов, являются ключевыми преимуществами подводной транспортировки. Утверждается, что применение подводной робототехники, включая автономные необитаемые подводные аппараты (АНПА), может стать одним из ключевых решений транспортных задач в Арктике.

Ключевые слова: автономные необитаемые подводные аппараты, мониторинг и контроль, искусственный интеллект, классификация, технология транспортировки.

CARGO TRANSPORTATION USING AUTONOMOUS UNINHABITED UNDERWATER VEHICLES

Kaminsky Valery Yu. – Candidate of Engineering Sciences, Docent, Head of the Laboratory of Resource saving in transport

Skorokhodov Dmitriy A. – Doctor of Engineering Sciences, Full Professor, Chief Researcher Officer

Andreyuk Natalia R. – Junior Researcher

Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences

Abstract. It is shown that underwater cargo transportation has a huge potential for development, especially taking into account the current trend of promoting environmentally sustainable and efficient modes of transport. The unique characteristics of underwater environments, such as low temperature, stable conditions and protection from adverse atmospheric factors, are the key advantages of underwater transportation. It is argued that the use of underwater robotics, including autonomous uninhabited underwater vehicles (ANPA), can become one of the key solutions to transport problems in the Arctic.

Keywords: autonomous uninhabited underwater vehicles, monitoring and control, artificial intelligence, classification, transportation technology.

Характер движения подводных судов отличается от движения судов надводных. Обеспечение надежной эксплуатации подводных транспортных средств – не простая техническая задача. К техническим трудностям добавляются сложности подводной навигации. Возникновение чрезвычайных ситуаций представляет большую опасность, особенно при движении подо льдами, что, в свою очередь, требует более развитого комплекса средств спасения по сравнению с надводными судами.

Принципиальное отличие конструкции транспортных средств, связанное с перемещением под водой, заключается в следующем. Подводные аппараты спроектированы таким образом, чтобы иметь отрицательную плавучесть. Для поддержания необходимой глубины погружения используется подъемная сила, создаваемая изменением массы воды в балластных танках или при помощи гидродинамических поверхностей. Подводные суда должны быть герметичными, для сохранения жизнедеятельности экипажа и для защиты оборудования от повреждений. Суда оснащаются специальными навигационными системами, которые позволяют определять местоположение под водой и контролировать направление движения. Подводные транспортные суда используют особые системы пропульсии на базе электродвигателей, гидравлических систем или ядерных реакторов, в зависимости от типа и назначения судна и оснащаются специальными системами жизнеобеспечения, которые осуществляют управление температурой, уровнем кислорода и удаляют углекислый газ.

Подводное перемещение грузов в свою очередь имеет определенные преимущества [1]. Например, на глубинах свыше 50-100 метров отсутствуют ледяные поля. Подводное плавание реализуется в однородной среде (в отличие от движения по границе двух сред у надводных судов) и при более высоком давлении воды, которое растёт с увеличением глубины. Оба эти фактора улучшают гидродинамику движения судна и повышают эффективность работы гребного винта или МГД-двигателя. Несомненными преимуществами подводных грузоперевозок являются: конфиденциальность, устойчивость транспортировки, пониженное влияние на экологию, естественное охлаждение груза, его защита от неблагоприятных погодных условий, отсутствие логистических проблем и пр.

Необходимо отметить, что наиболее эффективное движение под водой достигается с помощью ядерных энергетических установок (ЯЭУ). Однако ЯЭУ на грузовых судах практически не используются, в основном из-за ограничений на заход таких судов в гражданские грузовые порты.

С развитием технологий подводной навигации и созданием более совершенных подводных транспортных средств, в том числе ядерных, появилась возможность эффективной транспортировки грузов под водой. В настоящее время подводные транспортные средства широко используются для транспортировки грузов, особенно для морской нефтегазовой промышленности, научных исследований и решения других специализированных задач.

Перспективным направлением является разработка специализированных судов (подводных контейнеровозов), которые обеспечат увеличение грузоподъемности и скорости подводной транспортировки, что, в свою очередь, приведёт к более эффективному использованию морских путей и улучшению глобальной логистики.

Ещё одним примером современных технологий подводного транспорта является использование автономных необитаемых подводных аппаратов (АНПА), что повышает эффективность и снижает затраты на транспортировку [2]. АНПА могут быть использованы для перевозки грузов на короткие расстояния или для выполнения специализированных задач, таких как исследования морского дна, обслуживание подводных станций, мониторинг окружающей среды.

В целом, применение автономных транспортных средств уменьшает затраты на персонал, повышает безопасность перевозок, обеспечивает экологически более устойчивый вариант доставки грузов, т.к. снижает поступление вредных веществ в атмосферу и способствует сохранению морских экосистем [3].

С развитием подводных транспортных средств становится возможной доставка грузов в труднодоступные регионы. Создание специализированных портов, складов и терминалов для обслуживания подводного транспорта будет способствовать росту этой отрасли и расширению подводной транспортной сети.

Отметим перспективность формирования мультимодальных транспортных систем, объединяющих подводную, наземную и воздушную транспортировку грузов, что обеспечивает более эффективную логистику и увеличивает гибкость доставки.

Как уже отмечалось, подводные грузоперевозки относятся к сложным технологиям, требующим специальной инфраструктуры. Перечислим основные элементы этой инфраструктуры: специальные подводные суда, специализированные порты и пристани, транспортные контейнеры и упаковочные материалы, оборудование для погрузки и выгрузки, системы связи и навигации. Однако стоит отметить, что подводная транспортировка грузов имеет ограничения, связанные с высокой стоимостью разработки и поддержания инфраструктуры, ограниченной грузоподъемностью подводных транспортных средств и сложностью обеспечения безопасности при перевозке определенных видов грузов.

Тем не менее подводные грузоперевозки имеют потенциал для развития в различных областях, включая коммерческую логистику и военное применение, особенно с учетом тенденции к преимущественному использованию экологически устойчивых и эффективных видов транспорта. Очевидно, что технологические инновации, такие как автономная навигация, беспилотные подводные аппараты и энергосберегающие системы, будут стимулировать развитие подводных грузоперевозок.

Транспортная проблема в Арктической зоне РФ и возможность ее решения с применением подводной робототехники. Развитие Арктического региона является одним из главных экономических приоритетов для Российской Федерации. Особое внимание уделяется освоению Северного морского пути и других маршрутов в акватории Северного Ледовитого океана, которые обеспечивают значительные экономические преимущества для страны. Этот транспортный коридор позволит круглогодично использовать акваторию Северного Ледовитого океана и станет коммерчески выгодным маршрутом между Атлантическим и Тихим океанами. В настоящее время судоходство по Северному морскому пути возможно только в летний период – с июня по октябрь. В остальное время года наличие льда требует дорогостоящей проводки ледокольными судами, что делает Северный транзитный коридор менее привлекательным с точки зрения сроков и стоимости доставки грузов. Применение подводной робототехники может быть одним из решений транспортных проблем в Арктике.

Одним из важных преимуществ подводной робототехники является ее способность работать в условиях, недоступных для человека. Автономные необитаемые подводные аппараты, как было сказано, могут функционировать подо льдами, проникать в глубоководные области и осуществлять мониторинг окружающей среды, выполнять поиск и спасение, транспортировку грузов. АНПА может быть использован для обследования подводной инфраструктуры, такой как подводные кабели, газопроводы и нефтяные трубопроводы, пролегающие в Арктике. Подводный аппарат может обеспечить обнаружение и локализацию потенциальных утечек или повреждений, а также регулярный мониторинг состояния инфраструктуры. АНПА могут быть оснащены сенсорами и оборудованием для сбора данных о состоянии воды, глубине, ледовом покрове, флоре и фауне, а также других параметрах в рамках проведения исследований и мониторинга морской среды в Арктике. Это будет способствовать изучению изменений климата, оценке экологической устойчивости и обеспечению безопасности. Подводные аппараты, при этом, должны оказывать минимальное воздействие на морскую экосистему.

Подводные аппараты, также, оснащаются передовыми системами искусственного интеллекта и автоматизации для принятия решения на основе предварительно заданных программ или условий [4].

Ещё одним направлением использования подводной робототехники является создание автономных подводных грузовых аппаратов. Они предназначены для снабжения и перевозки оборудования к удаленным арктическим поселениям, исследовательским станциям или производственным платформам. АНПА оснащаются различными сенсорами и инструментами для наблюдения и контроля груза и окружающей среды, включая системы видеонаблюдения, акустические датчики, системы измерения радиации и др. Операторы могут получать информацию в реальном времени о состоянии груза и условиях окружающей среды для обеспечения безопасности и для оценки эффективности транспортировки.

Использование подводных аппаратов потребует создания базовых станций для обслуживания и зарядки АНПА, прокладку подводных кабелей для связи и передачи данных, разработку системы навигации и контроля.

Роботизированная транспортная система с использованием АНПА [5] – это новая концепция транспортной системы, которая позволяет перемещать грузы под водой с помощью автономных необитаемых подводных аппаратов. АНПА оснащаются различными средствами для обеспечения безопасности и контроля (рис. 1), такими как гидролокаторы, фотосистемы, системы аварийной сигнализации и т.д. АНПА также могут выполнять различные задачи, такие как инспекция подводных сооружений и коммуникаций, поиск и обезвреживание мин, исследование морского дна и т.д. Аппараты могут координировать свои действия с другими АНПА или наземными станциями для передачи информации о перевозимых грузах или обнаруженных объектах.

Классификация АНПА. АНПА представляют уникальный класс подводно-технических средств с характерными функциональными и конструктивными особенностями. Разработка и создание таких аппаратов – сложная задача, ввиду противоречивости требований, предъявляемых к их использованию и эксплуатации. Например, требуется обеспечить долгосрочную автономность работы аппарата, используя ограниченное количество энергоресурсов, при этом удерживая корпус в рамках определенного весового ограничения.

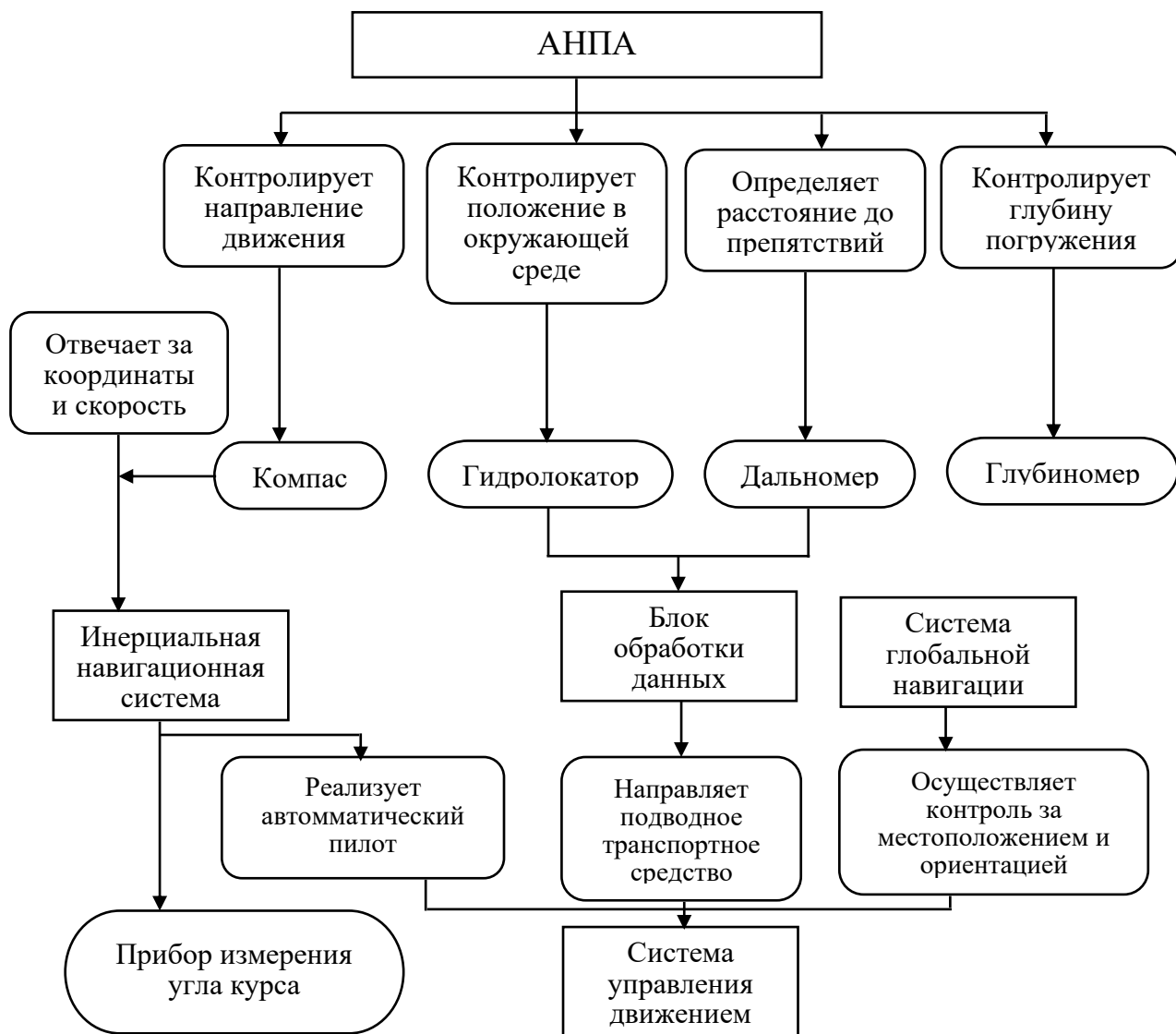


Рисунок 1 – Структурная схема автономного необитаемого подводного аппарата

Современные АНПА оборудованы комплексом систем и устройств, обеспечивающих их самостоятельное передвижение под водой. Управление осуществляется автономно согласно программе, заложенной в память бортового компьютера. Для определения местоположения аппарата используются инерциальная навигационная система и доплеровский лаг, с периодическим корректированием позиции при помощи спутниковой радионавигационной системы.

Автономные необитаемые подводные аппараты можно классифицировать по двум основным характеристикам: массе и форме корпуса.

По массе, АНПА делятся на следующие категории (рис. 2):

- микроаппараты: масса менее 20 кг;
- миниаппараты: масса в диапазоне от 20 до 100 кг;
- малые аппараты: масса составляет 100-500 кг;
- средние аппараты: вес варьируется от 500 до 2000 кг;
- большие аппараты: масса превышает 2000 кг.



Рисунок 2 – Классификация АНПА по массе аппарата

Классификация АНПА по форме и конструкции корпуса (рис. 3).

Классические гидродинамические формы. В данную категорию включают аппараты с торпедообразными, сигарообразными, каплевидными и комбинированными формами корпуса. Эти формы обеспечивают эффективное движение и маневрирование в воде.

Планерные формы. АНПА этого типа используют систему движения, основанную на изменении собственной плавучести аппарата. Они способны "парить" в воде, изменяя уровень подводности для передвижения.

Солнечные АНПА. Подводные аппараты данного типа имеют плоскую верхнюю часть корпуса, предназначенную для установки солнечных панелей. Это позволяет использовать солнечную энергию для питания аппарата.

Бионические формы. АНПА могут иметь формы плавающих или ползающих животных. Некоторые из аппаратов могут быть созданы с использованием бионических принципов, например, с плавниковыми движителями, что улучшает их маневренность и адаптивность.

Различные типы корпусов АНПА отвечают разным задачам и условиям эксплуатации, позволяя выбирать наиболее подходящий вариант в зависимости от специфических потребностей и требований.

Современное применение автономных необитаемых подводных аппаратов охватывает разнообразные области, включая морские исследования, мониторинг и охрану окружающей среды (например, Витязь-Д [6,7], Gavia [8], и Wave Glider [9]), добычу полезных ископаемых (например, Клавесин 1-Р [10] и Галтель [11]), поисково-спасательные операции (как Юнона [12]), а также военное применение (Суррогат [13], и Маевка [14]).

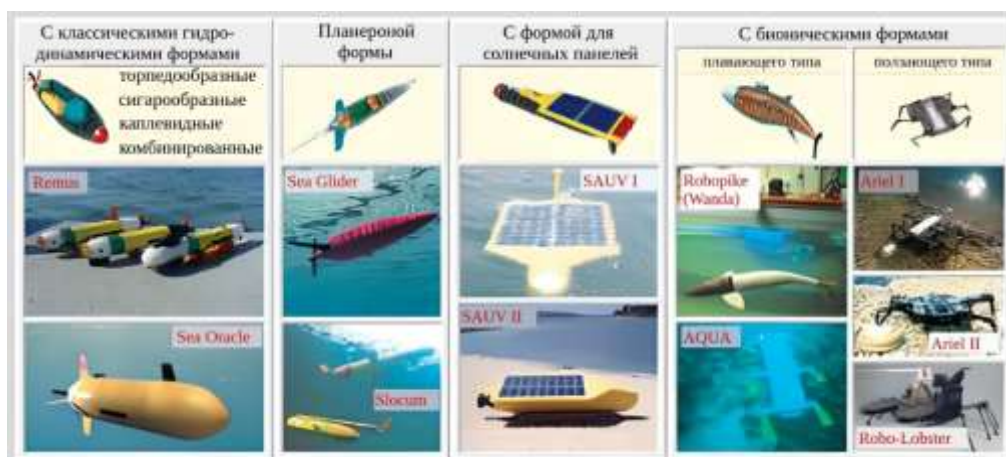


Рисунок 3 – Классификация АНПА по форме корпуса аппарата

Технологии транспортировки с использованием АНПА

Возможная технология транспортировки при помощи АНПА – это использование специальных контейнеров, которые будут загружаться на борт аппарата. Это упростит требования к аппарату, облегчит погрузку и выгрузку, а также позволит задействовать их в мультимодальных транспортировках.

В рамках другой технологии транспортировки формируется подводная роботизированная транспортная система с использованием транспортных АНПА [5]. Небольшие аппараты работают в группе, способны преодолевать мелководные и узкие, сложные для навигации места, и доставлять, например, грузы для экспедиций.

Также возможен вариант с применением несамоходной подводной баржи, которую будет буксировать подводный аппарат [15].

Основным преимуществом подводных аппаратов является возможность развивать большие скорости при отсутствии волнового сопротивления на глубине больше 70 метров, и при этом они не зависят от капризов погоды и ледовых условий. Также АНПА способны прокладывать новые маршруты за счёт преимуществ передвижения глубоко под поверхностью воды или льда и осуществлять длительные миссии, благодаря заложенным в них программам и более эффективным энергоустановкам.

Мониторинг и контроль подводной транспортировки

Мониторинг и контроль является важным аспектом подводной транспортировки, призванным обеспечить безопасность перевозки и предотвратить возможные аварийные ситуации [16].

Один из способов мониторинга и контроля – использование различных приборов и датчиков, которые могут измерять параметры окружающей среды – температуру, давление, радиацию, скорость, магнитные поля и т.д. Эти приборы могут устанавливаться на АНПА для отслеживания состояния окружающей среды, а также для обнаружения любых изменений, которые могут свидетельствовать о возможных аварийных ситуациях.

Другим способом мониторинга и контроля является использование камер и видеоборудования, гидролокаторов бокового и переднего обзора, многолучевых эхолотов для отслеживания рельефа дна. Эти данные могут использоваться для контроля состояния во время транспортировки и обнаружения возможных проблем.

Существующие примеры мониторинга подводной среды показаны на рисунке 4.

Приведём примеры реализации методов мониторинга и контроля с помощью АНПА:

- мониторинг состояния окружающей среды и качества воды в океанах и морях;
- исследование морской фауны и флоры с помощью установки на АНПА датчиков и камер для сбора данных, использование специальных детекторов движений морских организмов;

- мониторинг погодных условий и климатических изменений в океанах и морях;
- контроль состояния подводных инфраструктур, таких как трубопроводы и кабели, для обнаружения возможных повреждений или посторонних объектов;
- мониторинг и контроль подводной транспортировки опасных грузов.

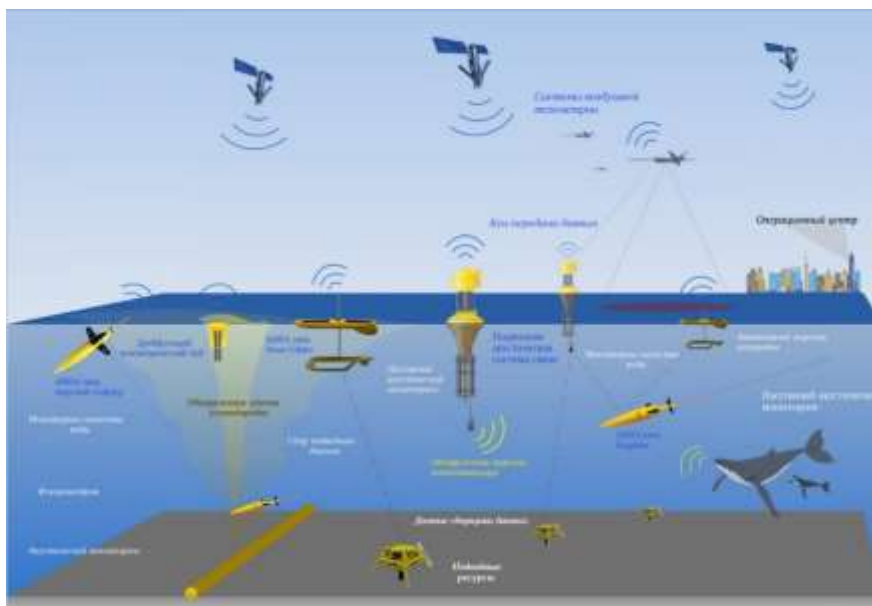


Рисунок 4 – Применения АИПА для мониторинга подводной среды

Применение искусственного интеллекта в АИПА

В системе управления АИПА, может использоваться искусственный интеллект для управления навигацией, оценки обстановки, планирования маршрутов, а также для оптимизации обработки данных полезной нагрузки. Особенностью функционирования интеллектуального АИПА является отсутствие заранее определённой последовательности действий, поскольку информация о будущих состояниях среды отсутствует. Такой аппарат должен уметь самостоятельно принимать решения на основе данных о текущей ситуации, то есть решать задачу планирования действий.

В настоящее время большая часть АИПА преимущественно основана на механических и электронных технологиях, которые контролируются адаптивными регуляторными системами автоматического управления (САУ), но очевидно, что для вывода АИПА на новый уровень требуется внедрение искусственного интеллекта. Например, в эксплуатацию вводятся полностью автономные суда – контейнеровозы (Норвегия [17], Япония [18], Китай [19]). Такие суда предполагают возможность работы в трёх режимах: с экипажем, дистанционно или полностью автономно. В последнем случае бортовой навигационный комплекс обеспечивает самостоятельный выбор оптимального маршрута, прокладку и удержание соответствующих курсов, а также выполнение манёвров расхождения с другими судами.

Автономные суда оснащаются инфракрасными и визуальными камерами, радаром, лидаром, GPS и AIS, а также различными датчиками и смарт-устройствами. Все собранные данные впоследствии обрабатываются системами искусственного интеллекта на борту или в дистанционном центре управления для определения курса.

Находится в эксплуатации полностью автономное морское исследовательское судно *Maiflower*, которое смогло пересечь Атлантический океан под управлением виртуального «капитана» AI Captain, использующего данные суперкомпьютера с применением технологий искусственного интеллекта, компьютерного зрения, облачных и граничных вычислений [20].

Подобные технологии применимы и к подводным аппаратам. Внедрение искусственного интеллекта в АИПА позволит аппарату реагировать на ситуации без задержек, характерных для случая связи с оператором, и обеспечит корректировку маршрута в процессе

движения с учётом обнаруженных препятствий. Также полностью автономному аппарату не понадобятся места для людей, что даст возможность уменьшить размеры аппарата или обеспечит использование пространства для размещения дополнительной полезной нагрузки, благодаря чему можно расширить функционал АНПА.

Заключение

Подводные грузоперевозки имеют огромный потенциал для развития, особенно с учетом современной тенденции к предпочтению экологически устойчивых и эффективных видов транспорта. Применение подводной робототехники, включая автономные необитаемые подводные аппараты (АНПА), может стать одним из ключевых решений транспортных задач в Арктике.

Смарт-технологии способствуют созданию цифровых устройств и систем, которые увеличивают безопасность и эффективность морских перевозок. Эти инновации позволяют автоматизировать и контролировать все системы судна, включая автоматическое планирование маршрута, динамическое позиционирование, систему контроля грузовых операций и балластных вод, и другие.

Развитие навигационных технологий в рамках концепции интеллектуальной навигационной сети позволяет АНПА и другим автономным системам выполнять задачи без прямого участия человека. Применение искусственного интеллекта в подводных грузоперевозках, включая грузовые АНПА, повышает безопасность и эффективность транспортировки.

Одним из ключевых аспектов функционирования АНПА является планирование маршрутов, что представляет собой сложную задачу, требующую анализа большого объема данных и учета множества факторов. Современные технологии и методы позволяют АНПА выработать эффективные решения, оптимизировать маршруты и обеспечивать безопасные и экономичные грузоперевозки.

Уникальные характеристики подводных сред, такие как низкая температура, стабильные условия и защита от неблагоприятных атмосферных факторов, являются ключевыми преимуществами подводной транспортировки. Эти условия снижают риски аварийных ситуаций и обеспечивают сохранность грузов.

Список литературы

1. Каминский В.Ю., Скороходов Д.А. Перспективы подводной транспортировки отработавшего ядерного топлива // Морские интеллектуальные технологии. – 2023. – № 3-1(61). – С. 120-130.
2. Харченко Ю.А., Голядкина С.С., Кудрявцев И.А. АНПА для арктического шельфа // Neftegaz.RU. – 2021. – № 2. – С.88-94.
3. Каминский В.Ю., Скороходов Д.А., Турусов С.Н. Показатели экологической безопасности водного транспорта // Морские интеллектуальные технологии. – 2021. – № 3-1(53). С. 161-170.
4. Каминский В.Ю., Скороходов Д.А. Принципы построения интеллектуальной системы экологической безопасности и навигационного сопровождения мультимодальных перевозок отработавшего ядерного топлива // Морские интеллектуальные технологии. – 2023. – № 2-1(60). – С. 226-235.
5. Осадчий А.И., Поленин В.И. Морская подводная роботизированная транспортная система с использованием автономных необитаемых подводных аппаратов // в сборнике: Технологии построения когнитивных транспортных систем: материалы научно-практической конференции с международным участием. – СПб.: ИПТ РАН. 2019. – С. 113-117.
6. Запредельная глубина: как устроен подводный аппарат «Витязь-Д». [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.techinsider.ru/science/603103-zapredelnaya-glubina-kak-ustroen-podvodnyy-apparat-vityaz-d/> (дата обращения 21.03.23).
7. Комплекс Витязь-Д. [Электронный ресурс]. – URL: https://ckb-rubin.ru/proekty/robototekhnika/kompleks_vityaz_d/ (дата обращения 21.03.23).

8. Автономный необитаемый подводный аппарат «Gavia» от компании «Тетис Про». [Электронный ресурс]. – URL: https://www.korabel.ru/news/comments/avtonomniy_neobitaemiy_podvodniy_apparat_gavia_ot_kompanii_tetis_pro.html (дата обращения 21.03.23).
9. АНПА Wave Glider, выполняющий экологические задачи. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.liquid-robotics.com/wave-glider/how-it-works/> (дата обращения 06.04.23).
10. Рябов К. Проекты автономных необитаемых подводных аппаратов семейства «Клавесин». [Электронный ресурс]. – URL: <https://topwar.ru/101467-proekty-avtonomnyh-neobitaemyh-podvodnyh-apparatov-semeystva-klavesin.html> (дата обращения 06.04.23).
11. Роботехнический комплекс освещения донной и придонной обстановки Галтель. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.kchf.ru/arms/subrobots/galtel.htm> (дата обращения 06.04.23).
12. АНПА Юнона. [Электронный ресурс]. – URL: https://ckb-rubin.ru/proekty/robototekhnika/anpa_junona/ (дата обращения 11.05.2023).
13. АНПА против АУГ. [Электронный ресурс]. – URL: <https://topwar.ru/178257-anpa-protiv-au.html> (дата обращения 06.04.23).
14. Николаев А.Б. Морская военная робототехника: современное состояние и перспективы // Робототехника и техническая кибернетика. – 2017. – № 1(14). – С. 9-21.
15. Савинов М.А. Советские проекты транспортных подводных лодок для Арктики (по материалам ЦГАНТД) // Полярные чтения на ледоколе «Красин». – 2018. – С. 323-354.
16. Каминский В.Ю., Мурамович В.В. Управление движением подводного аппарата по заданному рельефу дна // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2017: материалы Международной научно-практической конференции. – СПб.: ИПТ РАН. – 2017. – С. 242-247.
17. Беспилотный электрический контейнеровоз выполнил первый рейс. [Электронный ресурс]. – URL: <https://naked-science.ru/article/hi-tech/bespilotnyj-elektricheskij-kontejnerovoz> (дата обращения 30.05.2023).
18. Автономное судно установило рекорд дальности плавания. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.korabel.ru/news/comments/avtonomnoe_sudno_ustanovilo_rekord_dalnosti_plavaniya.html (дата обращения 30.05.2023).
19. Автономное судоходство – открыта первая контейнерная линия. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.korabel.ru/news/comments/avtonomnoe_sudohodstvo_otkryta_pervaya_kontejnernaya liniya.html (дата обращения 30.05.2023).
20. Ривкин Б.С. Беспилотные суда. Навигация и не только // Гироскопия и навигация. – 2021. – Т. 29, № 1(112). – С. 111-132.

УДК 681.5(075.8)

РЕШЕНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ ЗАДАЧИ С НЕЧЕТКИМИ ПОТРЕБНОСТЯМИ

Флегонтов Александр Владимирович – доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой информационных систем
ФГБОУ ВО «Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена»

Аннотация. В работе рассматривается решение транспортной задачи с нечеткими потребностями в случае дефицита запасов. Подобная постановка задачи и способ ее решения относятся к классу мягких вычислений. Используются методы оптимизации решений на основе нечетких множеств и нечеткой логики.

Определяются суммарные объемы поставок, при которых совместная потребность оказывается удовлетворенной в наибольшей степени. Вычисляется оптимальный

транспортный план, обеспечивающий полученные суммарные объемы поставок и минимальные затраты.

Ключевые слова: мягкие вычисления, нечеткие множества, нечеткая логика, транспортные задачи.

SOLVING A TRANSPORT PROBLEM WITH FUZZY NEEDS

*Flegontov Alexander V. – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Head of the Department of Information Systems
Herzen State Pedagogical University*

Abstract. The paper considers the solution of a transport problem with fuzzy needs in case of shortage of stocks. Such a statement of the problem and the method of its solution belong to the class of soft computing. Methods of optimization of solutions based on fuzzy sets and fuzzy logic are used.

The total volumes of deliveries are determined, at which the joint need is satisfied to the greatest extent. The optimal transport plan is calculated, which ensures the total volumes of deliveries received and the minimum costs.

Keywords: soft computing, fuzzy sets, fuzzy logic, transport problems.

Рассмотрим задачу, связанную с обеспечением потребителей в случае, когда для полного удовлетворения их запросов не хватает запасов.

Имеется n потребителей с потребностями b_i ($i = 1, \dots, n$) и складское снабжение a_j ($j = 1, \dots, m$). При этом суммарные запасы меньше суммарной потребности. Требуется определить суммарные объемы транспортных поставок каждому потребителю так, чтобы все потребители были бы удовлетворены в максимальной степени, т.е. чтобы минимальная из степеней удовлетворенности была бы максимальной. Предполагается, что потребности являются нечеткими, а значения функции принадлежности трактуется как степень удовлетворенности соответствующего потребителя полученным объемом материальных средств.

Пусть для простоты $n = 3$, $m = 2$. Максимальный уровень обеспечения всех потребителей равен α . Функция принадлежности, задающая истинное значение высказывания «(степень удовлетворенности первого потребителя равна a) и (степень удовлетворенности второго потребителя равна b), и (степень удовлетворенности третьего потребителя равна c)» равна $\min(a, b, c)$. Суммарные объемы поставок потребителям обозначим как x_1, x_2, x_3 , а функции принадлежности [1-6] в виде $\mu_{b_i}(x_i)$. Тогда рассматриваемая задача моделируется следующей системой уравнений

$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha = \min_i \{ \mu_{b_i}(x_i) \} \rightarrow \max, \\ \mu_{b_1}(x_1) = \alpha, \\ \mu_{b_2}(x_2) = \alpha, \\ \mu_{b_3}(x_3) = \alpha, \\ \sum_{j=1}^m x_{ij} \geq b_i, \\ \sum_{i=1}^n x_{ij} \leq a_j, \\ x_{ij} \geq 0 \end{array} \right. \quad (1)$$

Для функций принадлежности $\mu_{b_i}(x_i)$ выберем следующий вид:

$$\mu_{b_1}(x_1) = \begin{cases} \frac{x_1 - 120}{30}, & \text{если } x_1 \in [120; 150], \\ 1, & \text{если } x_1 > 150, \\ 0, & \text{если } x_1 < 120, \end{cases}$$

$$\mu_{b_2}(x_2) = \begin{cases} \frac{x_2 - 110}{10}, & \text{если } x_2 \in [110; 120], \\ 1, & \text{если } x_2 > 120, \\ 0, & \text{если } x_2 < 110, \end{cases}$$

$$\mu_{b_3}(x_3) = \begin{cases} \left(\frac{x_3 - 60}{20}\right)^2, & \text{если } x_3 \in [60; 80], \\ 1, & \text{если } x_3 > 80, \\ 0, & \text{если } x_3 < 60. \end{cases}$$

При заданных конкретных значениях b_i , a_j , $\mu_{b_i}(x_i)$ и на основании свойства оптимального плана [2,6] система (1) легко преобразуется, например, в следующий вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha \rightarrow \max \\ \frac{x_1 - 120}{30} = \alpha \\ \frac{x_2 - 110}{10} = \alpha \\ \left(\frac{x_3 - 60}{20}\right)^2 = \alpha \\ x_1 + x_2 + x_3 = 100 + 200 = 300 \\ 150 \geq x_1 \geq 120, 120 \geq x_2 \geq 110, 80 \geq x_3 \geq 60. \end{array} \right. \quad (2)$$

Найдем допустимые планы задачи (2), разрешая систему ее ограничений. При этом получим, что единственное допустимое (оно же и оптимальное) значение $\alpha = \frac{3}{8} - \frac{\sqrt{5}}{8}$.

В итоге получаем решение в виде:

$$x_1 = \frac{90}{8} + 120 - \frac{30\sqrt{5}}{8},$$

$$x_2 = \frac{30}{8} + 110 - \frac{10\sqrt{5}}{8},$$

$$x_3 = -\frac{40}{8} + 60 + \frac{40\sqrt{5}}{8}.$$

Таким образом, мы определили суммарные объемы поставок со складов потребителям, при которых совместная потребность оказывается удовлетворенной в наибольшей степени.

Для вычисления оптимального транспортного плана, обеспечивающего полученные суммарные объемы поставок и минимальные затраты, нужно решить еще транспортную задачу, в которой потребности равны полученным выше значениям.

Решая эту задачу методом потенциалов при тех же начальных условиях (таблица 2.11 работы [6]), находим оптимальный план перевозок в виде: со склада a_1 потребителю b_1 нужно доставить $\frac{180}{4} - \frac{20}{4}\sqrt{5}$ тонн груза, со склада a_2 потребителю b_1 нужно доставить $\frac{345}{4} + \frac{5}{4}\sqrt{5}$ тонн груза, со склада a_2 потребителю b_2 нужно доставить $\frac{455}{4} - \frac{5}{4}\sqrt{5}$ тонн груза, со склада a_1 потребителю b_3 нужно доставить $\frac{220}{4} + \frac{20}{4}\sqrt{5}$ тонн груза.

Целочисленное решение исходной задачи приведено в приложении работы [2]. Было показано, что исходная задача является открытой (несбалансированной). После преобразования ее в закрытую путем введения соответствующих фиктивных переменных было найдено оптимальное решение (минимальные транспортные расходы в виде целевой функции $F = 5954$) и оптимальный план в виде: со склада a_1 потребителю b_1 нужно доставить 32 тонны груза, со склада a_2 потребителю b_1 нужно доставить 90 тонн груза, со склада a_2

потребителю b_2 нужно доставить 110 тонн груза, со склада a_1 потребителю b_3 нужно доставить 66 тонн груза.

Список литературы

1. Черных А.К., Козлова И.В., Вилков В.Б. Вопросы прогнозирования материально-технического обеспечения с использованием нечётких математических моделей // Проблемы управления рисками в техносфере. – 2015. – № 4(36). – С. 107-117.
2. Вилков В.Б., Черных А.К., Флегонтов А.В. Теория и практика оптимизации решений на основе нечетких множеств и нечёткой логики. – СПб.: Изд. РГПУ им. А.И. Герцена, 2017. – 160 с.
3. Черных А.К., Малыгин И.Г., Клыков П.Н. Выбор показателей для оценки реализации целевых программ создания информационных систем органов государственного управления в чрезвычайных ситуациях // Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России. – 2019. – № 2. – С. 78-86.
4. Вилков В.Б., Черных А.К., Флегонтов А.В. Задачи на графах с нечетко заданными весами. – СПб.: Изд. РГПУ им. А.И. Герцена, 2018. – 160 с.
5. Черных А.К., Копкин Е.В., Скопцов А.А. Прогнозирование управления перевозками в условиях чрезвычайной ситуации регионального масштаба на транспорте // Проблемы управления рисками в техносфере. – 2015. – № 2(34). – С. 56-65.
6. Флегонтов А.В., Вилков В.Б., Черных А.К. Моделирование задач принятия решений при нечетких исходных данных: монография. – СПб.: Лань, 2020. – 332 с.

УДК 656.015

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СКЛАДСКОЙ ОТРАСЛИ

Синицын Михаил Геннадьевич – кандидат технических наук, доцент кафедры управления работой флота

Масленников Сергей Николаевич – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой управления работой флотом

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта»

Аннотация. В статье рассмотрены современные цифровые инструменты управления складской деятельностью, а также произведена их классификация. Важное место здесь занимают WMS-системы, благодаря которым происходит взаимодействие между элементами современного склада, а также с другими подсистемами транспортного процесса. В статье рассмотрены перспективные интеллектуальные технологии, без которых в ближайшее десятилетие современный склад не сможет функционировать.

Ключевые слова. Склад, складские технологии, WMS-системы, роботизация, автоматизация складов.

CURRENT TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF THE WAREHOUSE INDUSTRY

Sinitsyn Mikhail G. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Fleet Management

Maslennikov Sergey N. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Fleet Management

Siberian State University of Water Transport

Abstract. The article discusses modern digital tools for warehouse management, as well as their classification. An important place here is occupied by WMS systems, thanks to which there is interaction between the elements of a modern warehouse, as well as with other subsystems of the transport process. The article discusses promising intelligent technologies, without which a modern warehouse will not be able to function in the next decade.

Keywords: warehouse, warehouse technologies, WMS systems, robotics, warehouse automation.

Современные технологии позволяют в разы повысить эффективность производства, транспортная отрасль не является исключением [1]. Транспорт является инфраструктурной отраслью народного хозяйства и от уровня его развития зависит степень развитости экономики страны [2]. Важным элементом при организации перевозок является складская инфраструктура.

Зарубежный опыт показывает, что эффективным инструментом развития складской отрасли является ее роботизация, она позволяет: минимизировать затраты на ручной труд; снизить риски на ошибки, связанные с человеческим фактором; уменьшить время приема и выдачи; оптимизировать складскую логистику.

Роботизация – это современный мировой тренд и переход на нее выводит бизнес на новый уровень. Ее главная задача – это ускорение всех процессов и сокращение количества персонала. Рынок складской отрасли, как и многие другие, испытывает нехватку персонала, она составляет около 25%, что существенно снижает эффективность работы.

По прогнозам Zebra Technologies, уровень использования робототехники в 2024 году достигнет 22%. Основные сферы применения – это управление запасами, упаковка и приемка. Срок окупаемости роботизации по-прежнему остается большим, хоть и на рынке произошли существенные снижения стоимости данных услуг.

Современные цифровые технологии поменяли существующий традиционный уклад развития складской отрасли, который предусматривал увеличение складских помещений, увеличение штата персонала, при необходимости ввод круглосуточного режима работы [3]. Все эти мероприятия помогают только оптимизировать работы при увеличении грузовых потоков, но, когда имеются различные колебания в перевозках они могут сработать с отрицательным эффектом. Все перечисленные действия также приводят к увеличению издержек. На сегодняшний день данный путь приведет бизнес к банкротству, так как многие компании уже на протяжении десяти лет используют современные цифровые инструменты, которые позволяют автоматизировать множество складских процессов и свести человеческий труд к нулю. Интеллектуальные технологии складского хранения перечислены на рисунке 1.

В современных источниках активно стали применять такие понятия как умный дом, умная парковка, умный светофор, умный город, но и, конечно, умный склад. Ключевое место здесь занимают WMS системы – это информационные системы, позволяющие осуществлять автоматизированное управление складской отраслью. Данные системы позволяют:

- управление складом в режиме реального времени;
- получение информации о местонахождении груза на складе;
- выявление товаров с истекающим сроком годности;
- оптимизация использования складских помещений.

При внедрении данной системы в нее заносятся следующие исходные данные: характеристика склада, параметры перегрузочной техники, свойства оборудования и правила его эксплуатации [4]. Вся территория склада делится на участки в зависимости от вида технологических операций, благодаря этому оптимизируется работа персонала по основным и вспомогательным логистическим операциям. При поступлении на склад на все грузы наносятся штрихкоды, после чего все технологические процессы проводятся на основе данных со штрихкодов. Вся техника и работники склада оснащены специальными терминалами по вводу и выводу информации, которые оперативно позволяют найти тот или иной груз, а также отметить его перемещение на интерактивной цифровой карте склада. Система автоматически

подбирает места для хранения грузовых единиц и передает соответствующие команды сотрудникам склада [5]. При этом при подборе места для размещения груза могут учитываться следующие параметры: температура, влажность, поставщик, производитель, потребитель, срок хранения.

Продвинутое WMS системы позволяют оптимизировать не только деятельность склада, но и других объектов логистического процесса, по средствам интеграции с другими цифровыми системами (схема взаимодействия приведена на рисунке 2).

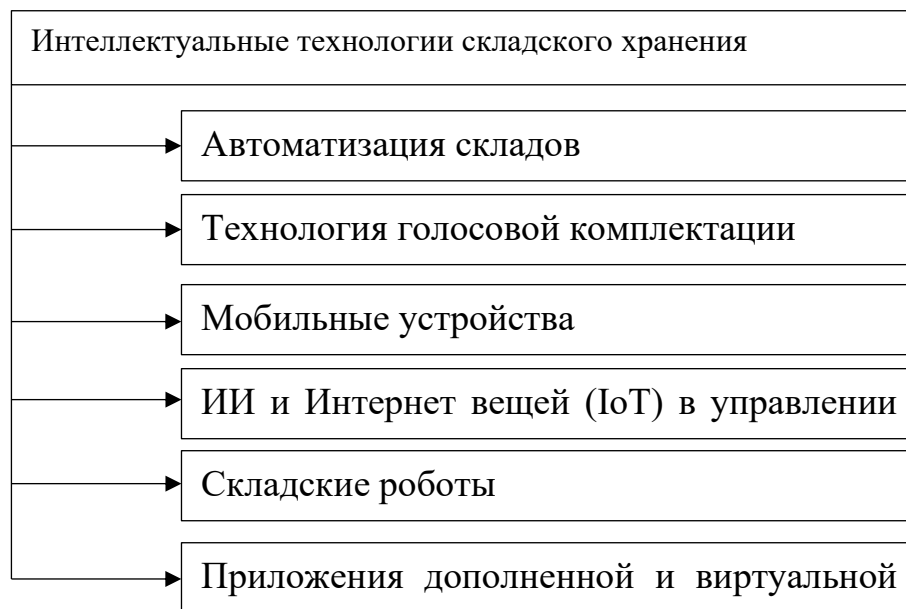


Рисунок 1 – Типы технологий складского хранения

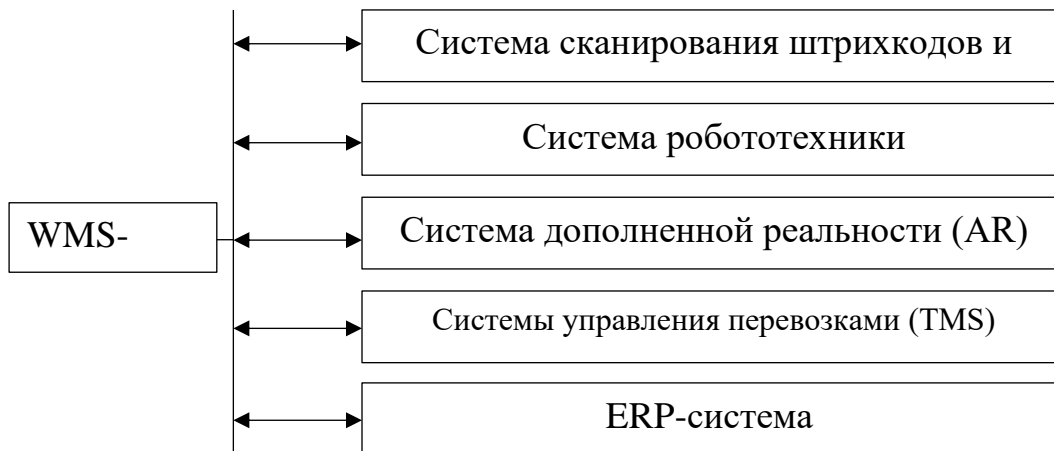


Рисунок 2 – Схема взаимодействия WMS-системы с другими элементами транспортно-логистического процесса

Внедрение WMS-систем крайне необходимо для предприятий с большим количеством запасов и высокой операционной активностью [6]. Преимуществами данных систем является:

1. Повышение операционной эффективности.
2. Сокращение затрат.
3. Контроль запасов в режиме реального времени.
4. Повышение качества управления трудовыми ресурсами.
5. Повышение качества предоставляемых услуг.

Современные инструменты оптимизации позволяют повысить эффективность складской деятельности, их многообразие пронизывает все этапы функционирования современного склада и при правильном комплексном их использовании могут сократить в

разы вмешательство человека [7]. В современном мире одним из важных факторов является мобильность, которую невозможно достичь при управлении большим количеством единиц без использования цифровых технологий. Современная парадигма, ориентированная на клиента, предполагает повышения качества их обслуживания, которая предполагает снижение ошибок, зависящих от человеческого фактора.

Список литературы

1. Синицын М.Г., Масленников С.Н. Диспетчеризация и визуализация в логистике // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2023. – № 1. – С. 25-28.
2. Синицын М.Г., Киселева К.И. Цифровые технологии как инструмент повышения безопасности на внутренних водных путях // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2022: материалы Международной научно-практической конференции. – СПб.: ИПТ РАН. – 2022. – С. 128-131.
3. Синицын М.Г., Синицын Г.Я. Оценка транспортных возможностей внутренних водных путей // Научные проблемы водного транспорта. – 2022. – № 72. – С. 189-197.
4. Костров В.Н., Ничипорук А.О., Сухарев Д.Н., Крайнов Р.С. Стратегические факторы и задачи развития логистической инфраструктуры внутреннего водного транспорта: на примере Сибири, Дальнего Востока и Арктической зоны // Транспортное дело России. – 2023. – № 2. – С. 133-135.
5. Костров В.Н., Ничипорук А.О., Сухарев Д.Н. Концепция формирования единого отраслевого порядка мониторинга достижения целей в области качества на водном транспорте // Актуальные решения проблем водного транспорта: материалы I Международной научно-практической конференции. – 2022. – С. 311-315.
6. Кадникова Е.С., Кадников Н.С., Хвостикова М.Г. Проектирование транспортных систем с использованием экономико-математических методов // Научные дискуссии в эпоху глобализации: материалы XXIII Всероссийской научно-практической конференции. – 2022. – С. 315-317.
7. Архипов А.Е., Ляшенко С.В., Махов Р.А. Цифровые технологии как концептуальная основа трансформации подходов к управлению транспортно-логистическими системами // Социально-политические и экономические аспекты развития современного общества: научные теории, российский и международный опыт. Материалы Международной научно-практической конференции. – 2022. – С. 55-57.

УДК: 621.396

РАЗВИТИЕ КОНЦЕПЦИИ УДАЛЕННОЙ ДИСПЕТЧЕРСКОЙ ВЫШКИ

Муксимова Роза Равилевна – кандидат технических наук, доцент, заместитель директора Научно-образовательного центра воздушного транспорта

Панова Марина Вячеславовна – заместитель директора Федерального учебно-методического центра в области эксплуатации беспилотных авиационных систем Академии гражданской авиации

ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта»

Аннотация. В статье рассмотрена концепция удаленной диспетчерской вышки, ее возникновение и развитие. Представлены основные направления развития на примере комплекса средств автоматизации «Наблюдение». Проанализированы особенности применения удаленной диспетчерской вышки в России. Сделан прогноз развития технологии в России с учетом планов развития авиационной отрасли до 2030 года.

Ключевые слова: удаленная диспетчерская вышка, наблюдение, безопасность полетов, аэродром.

DEVELOPMENT OF THE REMOTE TOWER CONCEPT

Muksimova Rosa R. – PhD in Engineering, Associate Professor, Deputy of Scientific and Educational Center of Air Transport Director

*Panova Marina V. – Deputy Director of the Federal Educational and Methodological Center in the field of operation of unmanned aircraft systems of the Academy of Civil Aviation
Russian university of transport*

Abstract. The article discusses the concept of a remote tower, its emergence and development. The main directions of development are presented using the example of the «Surveillance» automation equipment complex. The features of the remote tower use in Russia are analyzed. A forecast is made for the development of technology in Russia, taking into account plans for the development of the aviation industry until 2030.

Keywords: remote tower, surveillance, flight safety, aerodrome.

Известно, что диспетчерская вышка – неременный атрибут любого, даже небольшого регионального аэродрома. Но в скором будущем такая ситуация может измениться: управление сразу несколькими аэродромами (при условии оснащения их видеокамерами, радиолокаторами и иными датчиками) может быть сосредоточено в рамках единого диспетчерского центра, использующего набор различных технологий, передающих собираемые данные на большие расстояния. Альтернативу функционированию малорентабельных аэродромов в виде единого органа управления воздушным движением предлагает технология, получившая название Remote Tower System (RTS), или система удаленных диспетчерских вышек [1].

Remote Tower System состоит из двух частей. Первая часть – оборудованная и модернизированная инфраструктура аэродрома, которая включает оснащение летного поля видеокамерами с высоким разрешением, микрофонами, сигнальными прожекторами и метеодатчиками. Вторая часть – это так называемый Центр удаленных вышек (Remote Tower Center, RTC) с виртуальным диспетчерским пунктом «Руление» и «Перрон», куда приходит вся аудио- и видеоинформация с аэродромов. Благодаря наличию экранов с круговым обзором, транслирующих живое изображение с аэродрома с аудио сопровождением, диспетчеры, находясь на значительном удалении от аэродрома, могут управлять воздушным движением практически так же, как если бы они находились на месте и наблюдали ситуацию из окна вышки.

Следует отметить, что основным датчиком, позволяющим организовать удаленное видеонаблюдение является видеочамера, поэтому актуальными направлениями исследований можно считать те, что направлены на развитие технических компонентов видеосистемы, также на оптимизацию обработки видеоизображений в плане получаемого качества и скорости отображения (обновления) информации на экране диспетчера [2].

Как и любая сложная система, RTS подвержена риску прекращения работы в результате отказа оборудования. Разработчики концепции постарались свести к минимуму влияние этого фактора, введя множество дублирующих и контролирующих систем, а сама RTS использует те же протоколы и процедуры, что и системы обычных диспетчерских вышек, оборудование которых тоже может выйти из строя в любой момент.

Внедрение удаленных диспетчерских вышек позволит значительно снизить затраты в небольших региональных аэродромах. Так, с 2013 г. в США началось сокращение количества командно-диспетчерских пунктов (КДП), имеющих диспетчерский персонал. Аналогичные проекты начаты в Европе и поддерживаются Евроконтролем. Например, в Швеции удаленная диспетчерская вышка внедрена в аэропортах Энгельхольм, Орнсколдсвик и Сундсваль. В Германии система Remote Tower внедрена в аэродромах Мюнхена, Кельна, Лангена и других. В Австралии компания Sensis-Saab начала установку интегрированных рабочих мест

диспетчера в рамках национальной программы модернизации диспетчерских вышек. При этом правила обслуживания воздушных судов не изменяются [3].

Для успешного внедрения новых технологий следует подчеркнуть важность их соответствия требованиям к визуальному контролю (наблюдению) за движением воздушных судов, автотранспорта и обслуживающего персонала на площади маневрирования аэродрома при предоставлении аэродромного диспетчерского ОВД. Эти требования описаны в документах ИКАО Doc.4444 «Правила аэронавигационного обслуживания. Организация воздушного движения» и Doc.9426 «Руководство по планированию обслуживания воздушного движения».

ИКАО предложила программу Блочной модернизации авиационной системы и активно продвигает концепцию дистанционного аэродромного диспетчерского обслуживания (Модуль В1-81 ASBU). Концепция подразумевает предоставление услуг по обслуживанию воздушного движения (ОВД) на аэродроме из пункта, расположенного не на самом аэродроме. При этом «внешний визуальный обзор из окна» диспетчерской вышки заменяется данными различных источников информации, транслируемой в единый центр.

Выгоды являются существенными: сокращение необходимости капитальных расходов на новые вышки, гибкость развития аэродромов, повышение безопасности полетов и пропускной способности, особенно на небольших аэродромах с ограниченными возможностями по предоставлению услуг ОВД.

Предполагается получить улучшенную осведомленность о ситуации аэродромного воздушного движения и одним составом персонала предоставлять услуги по ОВД для более, чем одного аэродрома одновременно, а также применять это в нештатных ситуациях (например, как резервный орган ОВД). Это экономически эффективно для аэродромов, где основная часть транспортной системы достигается за счет авиации. В Российской Федерации регионы Севера, Дальнего Востока, Восточной Сибири во многом, а иногда полностью зависимы от авиации.

В настоящее время с опорой на перспективные технические, технологические и алгоритмические решения, позволяющие на новом уровне осуществлять получение, обработку и отображение информации, разрабатываются усовершенствованные системы управления наземным движением и контроля за ним (A-SMGCS).

Ключевым элементом такой системы, разработанным в России, является комплекс средств автоматизации удаленного наблюдения (КСА «Наблюдение») для КДП аэродрома, построенный на основе применения современных средств дистанционного наблюдения и инновационных методов обработки и отображения видео информации.

Несмотря на особенности конфигурации и инфраструктуры отдельно взятого аэродрома, КСА «Наблюдение» должен быть унифицирован для обеспечения функционирования по назначению.

КСА «Наблюдение» предназначен для автоматизации независимого визуального наблюдения и контроля в условиях ограниченной видимости за движением воздушных судов, транспорта и любых других объектов на площади маневрирования аэродрома и за полетами выполняющих посадку и взлетающих воздушных судов в интересах ОВД, в том числе – с удаленного КДП.

Сформированный в настоящее время единый методический подход к построению систем удаленного наблюдения позволяет с учетом класса и оснащенности аэродрома, конфигурации площади маневрирования, особенностей его инфраструктуры и т.д. конкретизировать задачи КСА, а далее – его структуру, состав, режимы работы, структуру функционального программного обеспечения (ФПО), то есть оптимизировать технический облик КСА (рис. 1) для достижения требуемых показателей эффективности [3].



Рисунок 1 – Технический облик КСА «Наблюдение»

Структура комплекса удаленного наблюдения включает различные датчики: видеокамеры, инфракрасные камеры, радиолокаторы, наземные станции автоматического зависимого наблюдения вещательного типа (АЗН-В) и другие. Типовая структура КСА представлена на рисунке 2 [3].



Рисунок 2 – Структура КСА «Наблюдение»

В настоящее время система удаленных вышек разворачивается в США, Австралии, Новой Зеландии, Норвегии. Система организации воздушного движения России также заинтересована в широком внедрении этих технологий. Так, проектом долгосрочной программы развития авиационной отрасли до 2030 г. предусмотрена разработка концепции дистанционного ОВД на аэродромах России и тестовая реализация на пилотном аэродроме [4,5].

При этом следует учитывать особенности нашей страны: огромные площади, малую заселенность и низкую интенсивность полетов в районах крайнего севера и дальнего востока, где расстояния между аэродромами могут превышать 500 км [6].

Это приводит к необходимости внедрения сравнительно недорогих средств, таких как АЗН-В и видеокамеры видимого и инфракрасного диапазонов, а также разработке технологий по обеспечению требуемой точности и безопасности полетов и наземного движения.

К таким технологиям можно отнести алгоритмическую оценку достоверности данных АЗН-В [7,8], метод стробирования данных АЗН-В [9], первичную обработку видеоизображения с последующей передачей по низкоскоростным каналам в центр управления для возможности воссоздания картины движения на аэродроме методами виртуальной реальности [10].

Список литературы

1. Нечаев Е.Е., Лазарев А.И. Диспетчерское обслуживание воздушного движения на дистанционно управляемом аэродроме // Научный вестник МГТУ ГА. – 2015. – №214(4). – С. 131-136.
2. Фахми Ш.С., Шаталова Н.В., Бородин О.В. Проектирование транспортных видеосистем на схемах с программируемой логикой // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2022: материалы Международной научно-практической конференции. – СПб.: ИПТ РАН. – 2022. – Т. 1. – С. 207-217.
3. Приоритетные направления создания и развития систем удаленного наблюдения для КДП аэродрома. [Электронный ресурс]. – URL: <https://gkovd.ru/press-centre/publications/2014/prioritetnye-napravleniya-sozdaniya-i-razvitiya-sistem-udalennogo-nablyudeniya-dlya-kdp-aerodroma> (дата обращения 16.10.2023).
4. МАКС – 2019: Росавиация провела круглый стол на тему: «применение удаленных командно-диспетчерских пунктов, зарубежный опыт и перспективы внедрения в Российской Федерации». ФАВТ (Росавиация). [Электронный ресурс]. – URL: <https://favt.gov.ru/novosti-novosti?id=5704> (дата обращения 16.10.2023).
5. Применение удаленных КДП: зарубежный опыт и перспективы в РФ // Журнал «Гражданская авиация». [Электронный ресурс]. – URL: <https://1931.aero/news/primenie-udalennykh-kdp-zarubezhnyj-opyt-i-perspektivy-v-rf> (дата обращения 16.10.2023).
6. Шевелева А.А. Аэропорты Европейской и Приуральской Арктики – основа возрождения Полярной авиации Российской Федерации // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2022: материалы Международной научно-практической конференции. – СПб.: ИПТ РАН. – 2022. – Т. 1. – С. 17-19.
7. Плясовских А.П., Рубцов Е.А. Метод оценки достоверности информации АЗН-В в системе наблюдения и контроля аэродромного движения // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета гражданской авиации. – 2019. – № 3(24). – С. 90-102.
8. Плясовских А.П., Рубцов Е.А. Теоретическое обоснование подтверждения достоверности информации о местоположении объекта на рабочей площадке аэродрома // Т-Сотт: Телекоммуникации и транспорт. – 2020. – Т. 14, № 3. – С. 32-40.
9. Рубцов Е.А., Кудряков С.А., Далингер Я.М., Калинин А.С. Метод стробирования данных АЗН-В и его вероятностные модели // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. – 2023. – Т. 26, № 4. – С. 50-63.
10. Плясовских А.П., Княжский А.Ю., Рубцов Е.А. Перспективные технологии развития автоматизированных систем управления воздушным движением. – М.: ООО «Русайнс», 2023. – 264 с.

АНАЛИЗ ОБОРУДОВАНИЯ UAT ДЛЯ ПИЛОТИРУЕМОЙ И БЕСПИЛОТНОЙ АВИАЦИИ

Кудряков Сергей Алексеевич – доктор технических наук, старший научный сотрудник, директор Научно-образовательного центра воздушного транспорта

Рубцов Евгений Андреевич – кандидат технических наук, заместитель директора Академии гражданской авиации

ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта»

Аннотация. В статье рассмотрено оборудование UAT для пилотируемой авиации (транспондер UAT1000), а также для беспилотных воздушных судов (транспондер Ping2020). Это оборудование отличается многофункциональностью. Транспондер UAT1000 может работать в сетях WiFi, передавая и получая необходимую информацию (например, метеопрогнозы). Транспондер Ping2020 имеет малые размеры и массу и способен работать с двумя линиями передачи данных. Ping2020 имеет модульную конструкцию, что позволяет дооснастить его приемником GPS или баровысотомером, либо применять штатные средства, имеющиеся на БВС.

Ключевые слова: безопасность полетов, АЗН-В, UAT, система наблюдения, бортовая аппаратура, беспилотное воздушное судно, линия передачи данных.

ANALYSIS OF UAT EQUIPMENT FOR MANNED AND UNMANNED AVIATION

Kudryakov Sergey A. – Doctor of Technical Sciences, Director of Scientific and Educational Center of Air Transport

Rubtsov Evgeny A. – PhD in Engineering, Deputy Director of the Academy of civil aviation Russian university of transport

Abstract. The article discusses UAT equipment for manned aircraft (UAT1000 transponder), as well as for unmanned aircraft (Ping2020 transponder). This equipment is multifunctional. The UAT1000 transponder can operate in WiFi networks, transmitting and receiving necessary information (for example, weather forecasts). The Ping2020 transponder is small in size and weight and is capable of working with two data links. Ping2020 has a modular design, which allows you to retrofit it with a GPS receiver or bar altimeter, or use standard tools available on the UAV.

Keywords: flight safety, ADS-B, UAT, surveillance system, airborne equipment, unmanned aerial vehicle, data link.

Линия передачи данных (ЛПД) UAT применяется для систем автоматического зависящего наблюдения вещательного типа (АЗН-В) в США, однако используемые технические решения представляют интерес с точки зрения реализации технологий дальнейшего развития систем автоматического зависящего наблюдения вещательного типа (АЗН-В) как пилотируемой, так и беспилотной авиации [1,2].

Схема системы АЗН-В при использовании линии передачи данных UAT представлена на рисунке 1. Из рисунка 1 видно, что бортовое оборудование UAT, в зависимости от модификации, может работать как в режиме вещания, так и в режиме приема-передачи. Когда воздушные суда находятся в пределах зоны действия наземной станции АЗН-В, для первого случая происходит передача по линии связи «борт-Земля» данных о местоположении ВС (то есть реализуется стандартное АЗН-В), а во втором случае дополнительно может передаваться метеорологическая и полетная информация по линии связи «Земля-борт» (тем самым реализуются сервисы FIS-B и TIS-B). Взаимодействие по линии связи «борт-борт»

обеспечивается вне зависимости от того, находятся ли воздушные суда в зоне действия наземной станции или нет и возможно только при наличии приемного бортового оборудования UAT. Объединение наземных станций в рамках единой сети может предоставить определенные преимущества (например, для решения задач резервирования и комплексирования данных, или обеспечения работы сети станций как многопозиционной системы наблюдения), при этом каждая из них, может функционировать независимо, обеспечивая функции АЗН-В [3].



Рисунок 1 – Схема системы АЗН-В при использовании линии UAT

Система UAT была разработана таким образом, чтобы ВС всегда могли получать сообщения FIS-B, содержащие полетную информацию для заданного района воздушного пространства. Каждое сообщение FIS-B наземного сегмента содержит 4416 битов плюс 36-битную последовательность синхронизации. Таким образом, информационная часть сообщения (содержащая полезные данные) составляет 3456 бит (432 байта), включая 8-байтовый заголовок. Уменьшение объема полезных данных также связано с применением прямой коррекции ошибок (Forward Error Correction, FEC). Поскольку каждый бит данных при передаче занимает 0,96 мкс, длительность сообщения составляет около 4,274 мс. Учитывая, что соседние слоты разделены на 5,5 мс, вероятность того, что сообщение из одного слота будет мешать сообщению, переданному в другом слоте крайне мала [4-6].

Требованиями к линии передачи данных UAT определены два форм-фактора сообщения [4-6]:

- базовое сообщение длиной 272 бита (264,96 мкс), содержащее 144 бита полезных данных;
- длинное сообщение длиной 420 битов (403,2 мкс), содержащее 272 бита полезных данных.

Дополнительные биты в этих сообщениях используются для обеспечения функций помехозащищенности и синхронизации.

Необходимая обработка данных UAT для измерения дальности зависит от информации, известной априори. Без априорной информации приемник должен синхронизироваться по 36-битной синхронизации и декодировать полное наземное сообщение UAT. Несмотря на то, что биты слота и местоположения находятся в начале сообщения, все сообщение необходимо декодировать, так как сообщение использует перемежение и FEC. Приемник может определить диапазон и местоположение, используя 36-битную последовательность синхронизации, если он знает время относительно секунды UTC и местоположения GBT.

Идентификация слота требует лишь приблизительного знания времени относительно секунды UTC (с точностью до миллисекунды) из-за размера защитной полосы между слотами, что снижает вероятность ошибочной идентификации даже при некоторой ошибке пользователя во времени. Подробное описание сообщения АЗН-В приведено в стандарте RTCA DO282В [3].

Рассмотрим бортовое оборудование UAT для пилотируемой и беспилотной авиации на примере транспондеров UAT1000 и Ping2020.

Ответчик UAT1000 (производства SkyGuardTWX) применяется на самолетах авиации общего назначения. Оборудование представляет собой приемопередатчик, в котором реализованы линии UAT (978 МГц) и 1090ES (1090 МГц), а также обеспечивается возможность работы в сетях WiFi и приема сигналов GPS и WAAS. UAT1000 передает данные о местоположении самолета в систему наблюдения FAA NextGen, а также может получать отчеты о погоде и воздушном движении [6].

UAT1000 работает от сети постоянного тока 12 или 24 В. Возможно подключение до 4 антенн, а также отдельного приемника GPS. Внешний вид UAT1000 показан на рисунке 2.



Рисунок 2 – Внешний вид транспондера UAT1000

Результаты тестовых испытаний UAT1000 представлены на графиках рисунка 3, где видно, что сообщение имеет фиксированную длину (время передачи составляет 0,234 мс), при этом на частоте 978 МГц обеспечивается излучаемая мощность 26,56 Вт. Спектр излучаемого на рабочей частоте 978 МГц сигнала представлен на рисунке 4 [7].

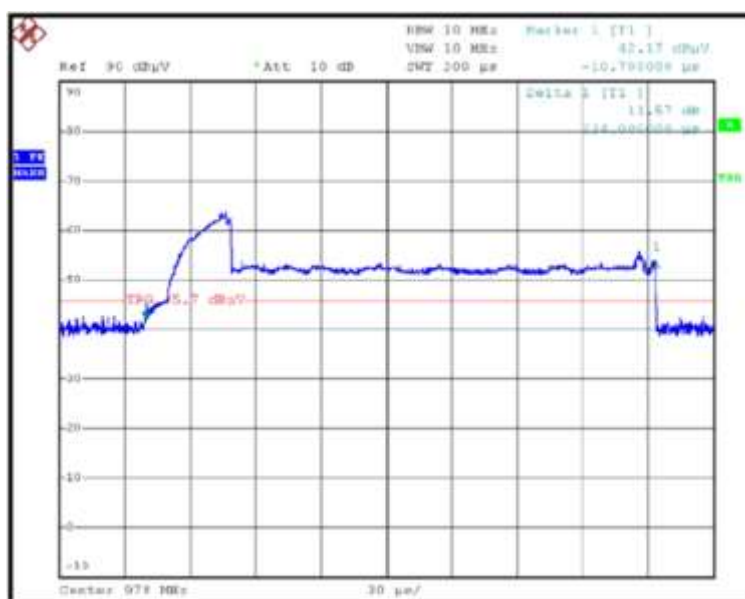


Рисунок 3 – Временное представление сообщения UAT1000

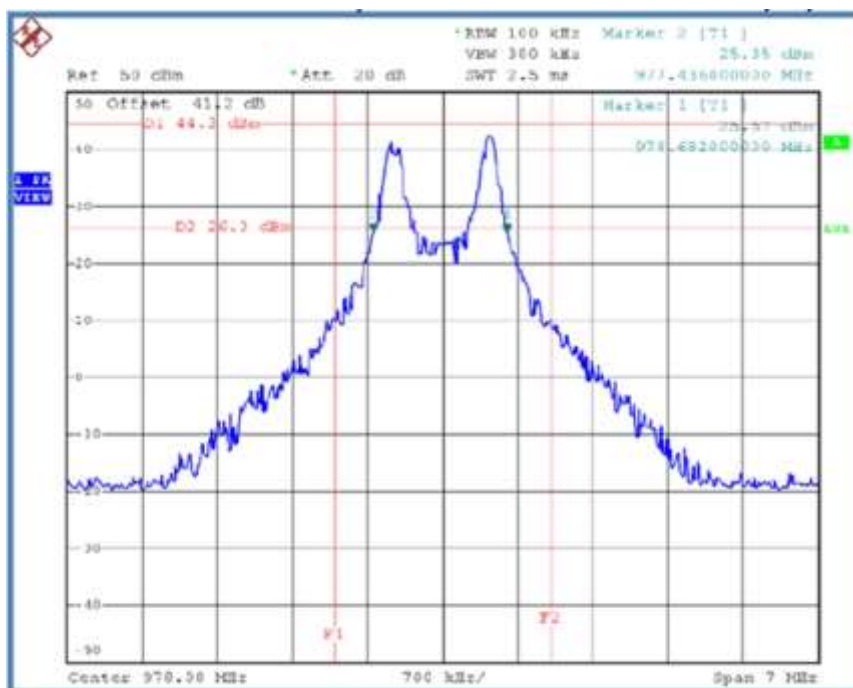


Рисунок 4 – Спектр сигнала UAT1000

Рассмотрим модель транспондера Ping2020 производства компании uAvionix, которая разработана для оснащения беспилотных воздушных судов (БВС). Внешний вид транспондера представлен на рисунке 5 [8].

Транспондер Ping2020 обеспечивает функцию «Обнаружить и избежать» (Sense and Avoid) для выполнения полетов БВС в общем воздушном пространстве. Транспондер передает сообщения АЗН-В по линиям 1090ES и UAT, и полностью соответствует стандарту RTCA DO-282A1S. Основные технические характеристики представлены в таблице. Транспондер Ping2020 может опционально оснащаться приемником GPS и баровысотомером (в более современной модификации Ping2020i приемник GPS и баровысотомер встроены в транспондер), способен работать при полетах ниже FL18000 [8].



Рисунок 5 – Внешний вид транспондера Ping2020

К транспондеру Ping2020 может быть подключена любая антенна, сертифицированная по стандартам TSO-C66, TSO-C74, TSO-C112 с коэффициентом направленного действия не более 4 дБи.

Таблица – Основные технические характеристики Ping2020

Характеристика	Значение
Рабочее напряжение	12-26 В
Потребляемая мощность: средняя пиковая (в течении не более 400 мс)	0,5 Вт 30 Вт
Габариты	25×39×12 мм
Вес	20 гр.
Гарантированная надежность системы (system design assurance – SDA)	менее 10^{-7} за час полета
Мощность передатчика	16 Вт (42 дБм)
Чувствительность приемника: по линии 1090ES по линии UAT	-88 дБм -93 дБм

Рассмотренное оборудование отличается многофункциональностью. Так UAT1000 может работать в сетях WiFi, передавая и получая необходимую информацию (например, метеопрогнозы). Транспондер для БВС Ping2020 отличают малые размеры и масса, возможность работать с двумя ЛПД, а также модульность конструкции. Пользователь по своему желанию может дооснастить транспондер приемником GPS или баровысотомером, либо применять штатные средства, имеющиеся на БВС.

Список литературы

1. Рубцов Е.А., Соболев Е.В., Григорьев С.В. Система связи, навигации и наблюдения для беспилотных воздушных судов // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2017: материалы Международной научно-практической конференции. – СПб.: ИПТ РАН. – 2017. – С. 200-204.
2. Сегедин Р.А., Телегина А.А. Особенности применения беспилотных авиационных систем в России // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2020: материалы Международной научно-практической конференции. – СПб.: ИПТ РАН. – 2020. – Т. 2. – С. 64-68.
3. Minimum Operational Performance Standards for Universal Access Transceiver (UAT) Automatic Dependent Surveillance – Broadcast (ADS-B). RTCA DO-282B, 2009. – 704 p.
4. Lo S., Chen Y. Automatic Dependent Surveillance-Broadcast (ADS-B) Universal Access Transceiver (UAT) transmissions for Alternative Positioning, Navigation, and Timing (APNT): Concept & practice // Navigation. – 2021. – № 68(2). – Pp. 293–313.
5. Xuzheng Zhang, Yifei Meng, Chenxiao Mao, Yaohua Xu, Na Bai. A Design of a Developable Automatic Avoidance System of UAV Based on ADS-B // Wireless Communications and Mobile Computing. – 2021. – Vol. 2021. – Pp. 1-8.
6. ADS-B Receivers & Transponders. Freeflight systems. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.freeflight systems.com/product/rangr-ads-b-systems> (дата обращения 16.10.2023).
7. SkyGuardTWX LLC UAT/ES ADS-B Transceiver UAT1000. SkyGuard. [Электронный ресурс]. – URL: <https://fccid.io/R83UAT1000> (дата обращения 16.10.2023).
8. Uavionix Corporation UAT ADB-B transceiver with 978 MHz transmitter UAT016. Uavionix. [Электронный ресурс]. – URL: <https://fccid.io/2AFFTUAT016> (дата обращения 16.10.2023).

ОСОБЕННОСТИ СИГНАЛОВ ЛИНИИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ UAT

Рубцов Евгений Андреевич – кандидат технических наук, заместитель директора Академии гражданской авиации

Кудряков Сергей Алексеевич – доктор технических наук, старший научный сотрудник, директор Научно-образовательного центра воздушного транспорта ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта»

Аннотация. В статье рассмотрены особенности линии передачи данных UAT, которая применяется преимущественно в США для авиации общего назначения. Рассмотрены основные требования к линии передачи данных и характеристики сигнала UAT. Выделен ряд особенностей сигнала, связанных с видом модуляции. Отмечено влияние импульсных помех и отношения сигнал/шум на выбор оптимальной точки выборки. Рассмотрено решение задачи с помощью «глазковой диаграммы».

Ключевые слова: безопасность полетов, авиационное наблюдение, АЗН-В, линия передачи данных, UAT.

FEATURES OF UAT DATA LINK SIGNALS

Rubtsov Evgeny A. – PhD in Engineering, deputy director of the Academy of civil aviation Russian university of transport

Kudryakov Sergey A. – Doctor of Technical Sciences, Director of Scientific and Educational Center of Air Transport

Russian university of transport

Abstract. The article discusses the features of the UAT data link, which is used primarily in the United States for general aviation. The basic requirements for the data transmission line and the characteristics of the UAT signal are considered. A number of signal features related to the type of modulation are identified. The influence of impulse noise and signal-to-noise ratio on the choice of the optimal sampling point is noted. The solution of the problem using the “eye diagram” is considered.

Keywords: flight safety, aviation surveillance, ADS-B, data link, UAT.

Технология автоматического зависящего наблюдения вещательного типа (АЗН-В) достаточно хорошо зарекомендовала себя для пилотируемой авиации и в настоящее время является практически безальтернативным средством наблюдения для беспилотных авиационных систем [1]. В настоящее время разработаны и стандартизированы три линии передачи данных (ЛПД) автоматического зависящего наблюдения вещательного типа (АЗН-В): 1090ES, UAT и VDL4, однако широкое применение получили только две АЗН-В: 1090ES и UAT. Линия VDL4 рассматривалась для применения в России наряду с линией 1090ES, однако начиная с 2017 года был взят курс на внедрение только одной линии 1090ES для многопозиционных систем наблюдения и АЗН-В. Также стоит отметить позицию крупнейших авиапроизводителей Boeing и Airbus, которые не поддержали внедрение и развитие ЛПД VDL4 из-за возможных помех при одновременной работе связанных радиостанций ОБЧ-диапазона [2].

Линия передачи данных UAT была разработана для США из-за высокой загруженности ЛПД 1090ES и применяется в основном в нижнем воздушном пространстве. Применение сразу двух линий позволило обеспечить требуемую интенсивность полетов, однако привело к удорожанию системы наземных станций АЗН-В, поскольку в ряде случаев необходимо было обеспечить ретрансляцию сигналов с преобразованием в наземной станции сигнала 1090ES в сигнал UAT и наоборот (эта вынужденная мера была принята из-за того, что не все воздушные

суда оборудованы совмещенными транспондерами, поэтому в воздушном пространстве могут находиться ВС, имеющие на борту разные системы и неспособные поэтому обмениваться данными напрямую). Кроме того, открытая архитектура линии не позволяет применять методы защиты информации, поскольку это еще более снизит возможности по взаимодействию пилотируемых и беспилотных воздушных судов, имеющих разнотипное бортовое оборудование [3].

Общие сведения о линии UAT приведены в Руководстве по авиационному наблюдению (ИКАО, Doc.9924). Подробная информация содержится в Руководстве по приемопередатчику универсального доступа (UAT) (ИКАО, Doc.9861)

Линия UAT (Universal Access Transceiver) применяется в США преимущественно для авиации общего назначения и в отечественной литературе освещена не столь широко, как другие линии. При этом следует отметить ряд интересных особенностей применимых в UAT сигналов [4]. UAT работает на частоте 978 МГц и позволяет в оптимальных условиях достичь скорости передачи данных до 1 Мбит/с. Каналы распределяются в двух сегментах: АЗН-В и наземном. Сообщения в каналах сегмента АЗН-В имеют длительностью 250 мкс и обеспечивают обмен между ВС. Сообщения каналов наземного сегмента предназначены для передачи метеорологической и полетной информации от наземной станции к ВС. Длительность передачи пакетов составляет 5,5 мс [5].

Существует несколько классов оснащения воздушных судов оборудованием UAT: А0, А1L, А1S, А1Н, А2, А3, В0, В1, В1S, В2 и В3. Эти классы различаются дальностью по линии «борт-борт», мощностью излучения и количеством антенн (одна или две разнесенные). Характеристики наземной станции UAT регламентируются положениями тома III Приложения 10 к Конвенции ИКАО.

Особенностью UAT является то, что наземное оборудование может оценивать дальность до ВС по времени получения сообщения (применяется для предварительной оценки передаваемых данных о координатах ВС методами зависимого наблюдения). Точно также и ВС может определять расстояние до наземной станции при получении сообщений о воздушной обстановке (TIS-B).

Требования к спектру сигнала UAT представлены на рисунке 1, где видно, что 99% мощности спектра приходится на полосу шириной 1,3 МГц ($\pm 0,65$ МГц). Требования в отношении паразитных излучений начинают действовать на границе $\pm 250\%$ от значения в 1,3 МГц. Отсюда следует, что защитная маска сигнала занимает полосу $\pm 3,25$ МГц [5].

Требования к параметрам времени/амплитуды сигнала UAT представлены на рисунке 2.

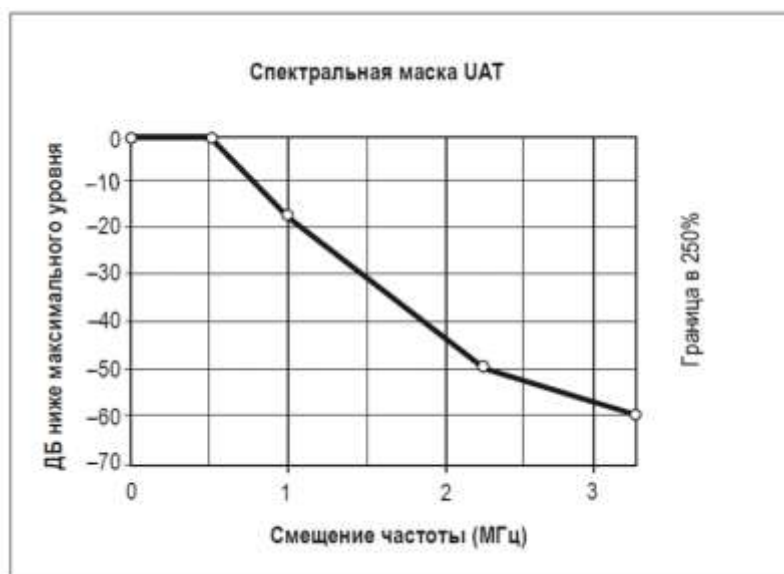


Рисунок 1 – Требования к спектру сигнала UAT

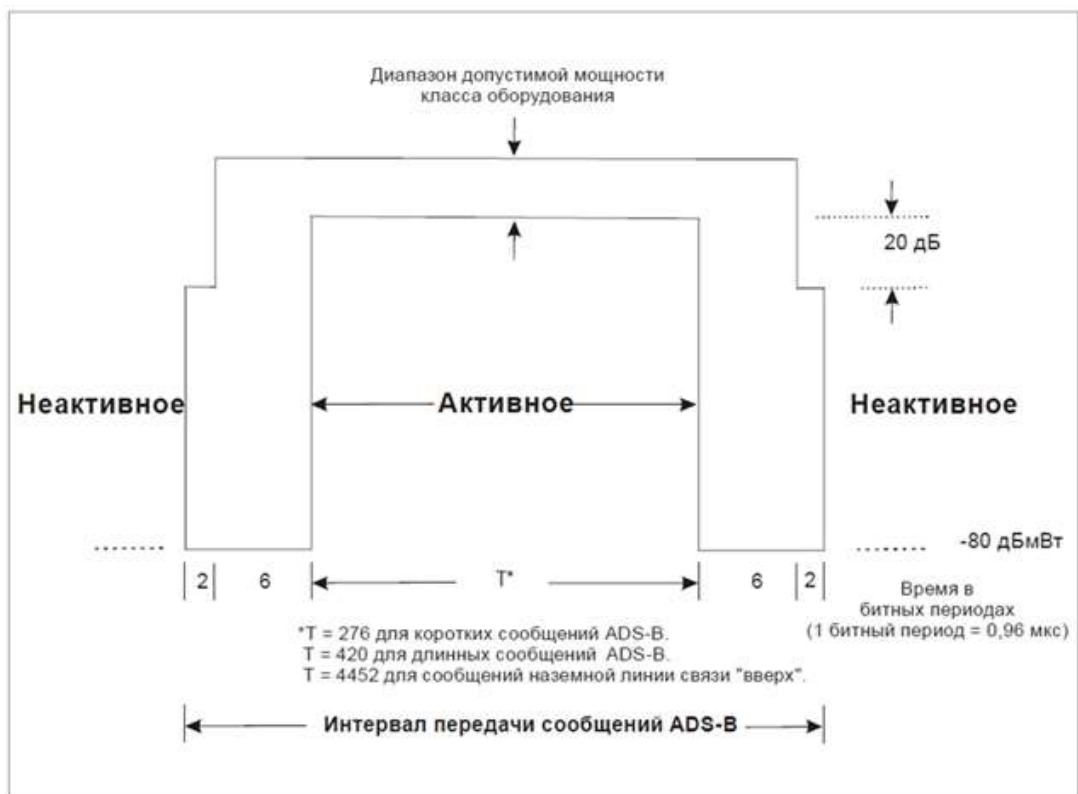


Рисунок 2 – Требования к параметрам времени/амплитуды сигнала UAT

Каждому пользователю UAT для передачи сообщений выделяется временное «окно». Благодаря используемой форме импульса, высокой информационной скорости, применению эффективных методов синхронизации, достигается достаточно высокая точность определения времени излучения и приема сигнала, что позволяет реализовать уже упомянутую функцию измерения расстояния между ВС и наземной станцией.

Скорость модуляции UAT может достигать 1,041667 Мбит/с, при этом используется двухпозиционная частотная манипуляция без разрыва фазы. Индекс модуляции h выбирается равным 0,6 и более.

Двоичная единица модулируется сдвигом несущей частоты вверх, а двоичный ноль – сдвигом несущей частоты вниз. Фильтрация передаваемого сигнала (в полосе модулирующих частот и/или после частотной модуляции) применяется для ограничения паразитных внеполосных излучений. Эта фильтрация может привести к тому, что отклонение частоты превысит эти значения в точках, отличных от оптимальных точек выборки.

Сообщение, передаваемое по линии передачи данных UAT должно содержать следующие элементы, передаваемые в следующем порядке [5]:

- синхронизация битов;
- блок данных сообщения;
- паритет прямой коррекции ошибок (Forward Error Correction, FEC).

Рассмотрим особенности битовой синхронизации сигнала UAT. В начале сообщения UAT идет 36-битная последовательность синхронизации, которая выглядит следующим образом: 111010101100110111011010010011100010 (первым передается левый бит последовательности).

За блоком синхронизации следует блок данных сообщения. Стандарт UAT подразумевает применение блоков разной длины. Базовое сообщение UAT имеет 144-битный блок данных, а длинное сообщение – 272-битный блок данных.

Генерация четности FEC должна основана на систематическом 256-позиционном коде Рида-Соломона с 8-битными символами кодового слова. Генерация четности FEC осуществляется в соответствии со следующим алгоритмом [5].

1) Основное сообщение UAT (144 бита данных): применяется код Рида-Соломона (30, 18). В результате получается последовательность из 12 байтов четности, при этом возможно исправить до 6 ошибок на блок.

2) Длинное сообщение UAT (272 бита данных): применяется код Рида-Соломона (48, 34). В результате получается последовательность из 14 байтов четности, при этом возможно исправить до 7 ошибок на блок.

Для выполнения требований к ширине спектра передаваемого сигнала UAT используется специальная фильтрация, которая может вызвать отклонение частоты с превышением допустимых значений. Смещение принимаемой частоты может меняться в пределах $\pm 312,5$ кГц, что часто не позволяет определить оптимальную точку выборки. Для решения этой задачи применяется метод «глазковой диаграммы» [6, 7].

Идеальная диаграмма представляет собой наложение выборок сигналов UAT, смещаемых кратно битному периоду (0,96 мкс). Оптимальная точка выборки представляет собой точку, в которой просвет на глазковой диаграмме является максимальным (рис. 3). При возникновении импульсной помехи или уменьшении отношения сигнал/шум, форма «глазковой диаграммы» искажается и оптимальную точку выборки определить становится сложнее (рис. 4) [6, 7].

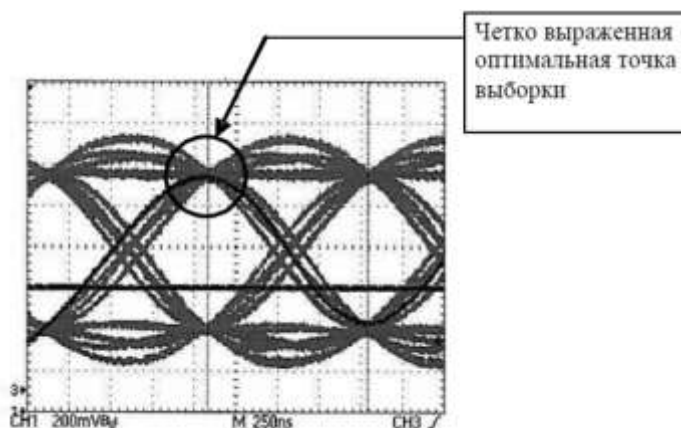


Рисунок 3 – Идеальная глазковая диаграмма сигнала UAT

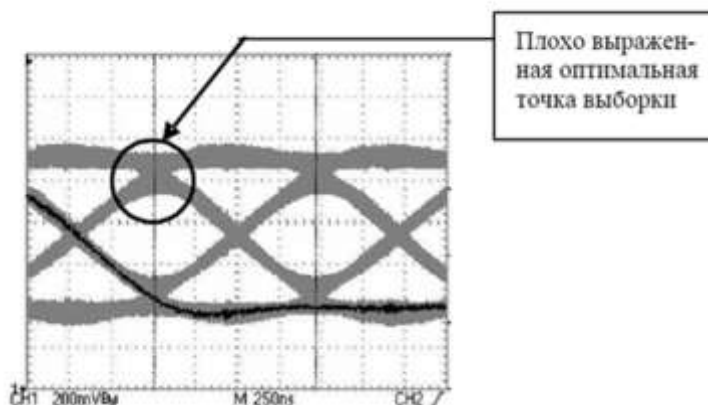


Рисунок 4 – Искаженная глазковая диаграмма сигнала UAT

Таким образом, линия передачи UAT отличается малой чувствительностью к шумам за счет применения частотной манипуляции. Кроме того, возможности системы АЗН-В

дополняются возможностью измерения расстояния между воздушным судном и наземной станцией, а также между двумя воздушными судами.

Между тем, сбой синхронизации и наличие импульсных помех (или уменьшения отношения сигнал/шум) могут привести к искажению в спектральном и временном представлении сигнала, что затруднит определение оптимальной точки выборки. Данная задача решается на практике с применением «глазковых диаграмм».

Список литературы

1. Ruseno N., Lin C.Y., Chang S.C. UAS Traffic Management Communications: The Legacy of ADS-B, New Establishment of Remote ID, or Leverage of ADS-B-Like Systems // Drones. – 2022. – Vol. 6, № 3(57). – Pp. 1-20.
2. Плясовских А.П., Княжский А.Ю., Рубцов Е.А. Перспективные технологии развития автоматизированных систем управления воздушным движением. – М.: ООО «Русайнс», 2023. – 264 с.
3. Рубцов Е.А., Карпова К.С. О методе защиты информации в гражданской авиации // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2019: материалы Международной научно-практической конференции. – СПб.: ИПТ РАН. – 2019. – Т. 2. – С. 216-219.
4. Lo S., Chen Y. Automatic Dependent Surveillance-Broadcast (ADS-B) Universal Access Transceiver (UAT) transmissions for Alternative Positioning, Navigation, and Timing (APNT): Concept & practice // Navigation. – 2021. – № 68(2). – Pp. 293–313.
5. Minimum Operational Performance Standards for Universal Access Transceiver (UAT) Automatic Dependent Surveillance – Broadcast (ADS-B). RTCA DO-282B, 2009. – 704 p.
6. Carlson A.B. Communication Systems: An Introduction to Signals and Noise in Electrical Communication. – New York: McGraw-Hill Education, 2002. – 850 p.
7. A Design of a Developable Automatic Avoidance System of UAV Based on ADS-B / Xuzheng Zhang, Yifei Meng, Chenxiao Mao, Yaohua Xu, Na Bai // Wireless Communications and Mobile Computing. – 2021. – Vol. 2021. – Pp. 1-8.

УДК 614.842, 519.8, 621.397.13

ПРОБЛЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ И АНАЛИЗА АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВОВ НЕФТЕПРОДУКТОВ НА МОРСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ В КОНТЕКСТЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Королев Олег Александрович – кандидат технических наук, ученый секретарь

Коновалов Иван Николаевич – кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории проблем безопасности транспортных систем

Хасая Радмир Рюрикович – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории проблем ресурсосбережения на транспорте

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

Аннотация. В статье анализируются проблематика разливов нефтепродуктов на морской поверхности и предлагаются средства их обнаружения с целью оптимизации процесса мониторинга и последующего устранения последствий аварий. На основе анализа статистических данных производится оценка основных источников и причин возникновения подобных разливов. В работе представлены современные технологии и методики мониторинга загрязнений, способные выявлять и контролировать разливы нефтепродуктов с целью обеспечения экологической безопасности морской среды. Особое внимание уделяется новым методам обнаружения разливов нефти, основанным на обработке изображений,

полученных от спутников, беспилотных летательных аппаратов и других источников фото- и видеофиксации. Анализируется их потенциал для увеличения эффективности мониторинга и оперативности реагирования для локализации инцидентов с целью минимизации последствий. Применение предложенных методов обработки изображений способствует снижению риска возникновения чрезвычайных ситуаций и уменьшению негативных воздействий разливов нефтепродуктов на морскую экосистему.

Ключевые слова: экология, экологический мониторинг, экологическая безопасность, сегментация, обнаружение, разлив нефтепродуктов, анализ изображений, вычислительная сложность, алгоритм, экологические риски, чрезвычайные ситуации.

PROBLEMS OF DETECTION AND ANALYSIS OF EMERGENCY OIL SPILLS ON THE SEA SURFACE IN THE CONTEXT OF ENVIRONMENTAL SAFETY

Korolev Oleg A. – PhD (Eng), scientific secretary

Konovalov Ivan N. – PhD (Eng.), senior research scientist Laboratory of Transport Systems Security Problems

Khasaya Radmir R. – PhD (Eng.), leading researcher Laboratory of Resource Saving in Transport

Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences

Abstract. The article analyzes the problems of oil spills on the sea surface and proposes means of their detection in order to optimize the monitoring process and subsequent elimination of the consequences. Based on the analysis of statistical data, the main sources and causes of such spills are assessed. The paper presents modern technologies and methods for monitoring pollution that can detect and control oil spills in order to ensure the environmental safety of the marine environment. Particular attention is paid to new methods for detecting oil spills, based on processing images received from satellites, unmanned aerial vehicles and other sources of photo and video recording. Their potential for increasing the effectiveness of monitoring and responsiveness to localize incidents in order to minimize the consequences is analyzed. The use of the proposed image processing methods helps reduce the risk of emergency situations and reduce the negative impacts of oil spills on the marine ecosystem.

Keywords: ecology, environmental monitoring, environmental safety, segmentation, detection, oil spill, image analysis, computational complexity, algorithm, environmental risks, emergency situations.

Несмотря на наблюдаемое повышение доли возобновляемых источников энергии, нефть и нефтепродукты по-прежнему играют весомую роль в мировой энергетической системе, оставаясь ключевым фактором в оценке уровня экономического развития стран и стандарта жизни их населения. Тем не менее, процессы экстракции и транспортировки нефтяных углеводородов в морских условиях связаны с высоким экологическим риском. Инциденты с выбросами нефти могут привести к серьезным последствиям для морских экосистем, поскольку они угрожают биоразнообразию, инфраструктуре морской среды и существенно ущемляют интересы секторов, таких как рыболовство и туристическая индустрия. В дополнение к этому, нефтяные разливы вызывают длительный отрицательный эффект на здоровье человека, а также на фауну и флору морских акваторий.

Источники и причины загрязнения морской среды нефтепродуктами

Анализ источников, посвященных выявлению и классификации причин и механизмов поступления углеводородов в морскую среду и описывающих исследования, проводимые как на национальном, так и на международном уровнях [1-5], указывает на то, что нефть и нефтепродукты являются ключевыми загрязнителями мировых океанов.

В соответствии с данными, опубликованными МЧС России в ежегодных материалах Государственных докладов о состоянии защиты населения и территорий Российской

Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера 2013-2022 гг. [6], чрезвычайные ситуации, произошедшие в результате аварийных разливов нефти и нефтепродуктов как на суше, так и в морских и пресноводных акваториях, наносят значительный экономический и экологический ущерб Российской Федерации (рис. 1, рис. 2).



Рисунок 1 – Сведения о величине материального ущерба, связанного с разливами нефти и нефтепродуктов в России за период 2013-2022 гг.



Рисунок 2 – Сведения о количестве чрезвычайных ситуаций, связанных с разливами (выбросами) нефти и нефтепродуктов в России за период 2013-2022 гг.

На суше преобладающим источником загрязнения является человеческая деятельность, связанная с использованием нефти и продуктов её переработки, следствием чего является поступление различных углеводородных загрязнителей в морскую среду через сточные воды городских агломераций, образующиеся в прибрежных зонах под воздействием атмосферных

осадков и канализационных стоков, а также через сточные воды речных бассейнов. К основным составляющим негативного воздействия антропогенной деятельности на морскую экосистему можно отнести загрязнения в результате функционирования портовой инфраструктуры, работы нефтеперерабатывающих заводов и терминалов, расположенных вблизи морских акваторий, а также вследствие выбросов загрязняющих веществ (топлива) гражданской авиацией и посредством судоходной деятельности. Добыча, и транспортировка нефти морским путем являются одним из основных источников загрязнения морской среды, вызванным авариями на нефтедобывающих платформах и трубопроводах, сбросом пластовых вод при бурении скважин, авариями танкеров, потерей топлива и выбросами судов.

В частности, пиковое значение материального ущерба, нанесенного стране в 2020 году (рис. 1), связано с затратами на ликвидацию последствий экологической катастрофы, произошедшей в мае 2020 года на одной из ТЭЦ ГМК «Норильский никель», когда в результате разгерметизации резервуара хранения произошел выброс дизельного топлива (более 25 000 м³ [7]) в реки Далдыкан, Амбарная, Пясины и озеро Пясино, став беспрецедентной по масштабу природной катастрофой, произошедшей на территории российской Арктической зоны.

Инструменты обнаружения нефтяных загрязнений на морской поверхности

С развитием технологий дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) использование изображений, полученных с применением данной технологии, приобретает все большее значение как эффективный и удобный способ получения информации, включая мониторинг и обнаружение нефтяных пятен. Изображения, полученные от аппаратов, осуществляющих ДЗЗ, обладают высоким пространственным и временным разрешением, имеют широкий охват и обеспечивают постоянную доступность данных [8].

Необходимо отметить, что несмотря на прогресс в развитии технологий, основанных на методах и алгоритмах работы искусственного интеллекта и искусственного зрения, включая использование сверточных нейронных сетей (СНС) [9], их функционирование требует значительных вычислительных ресурсов, реализация подобных алгоритмов на практике является сложной задачей в виду их ресурсоемкости и возможной нестабильности выдаваемых результатов [10,11].

Когда речь идет о распознавании изображений, полученных при ДЗЗ, обработка включает в себя конвертацию изображений в цифровые форматы, такие как RGB и YCbCr, которые широко распространены. В формате RGB каждый пиксель представлен тройкой значений интенсивности для красного (R), зеленого (G) и синего (B) каналов, в диапазоне значений от 0 до 255. Путем комбинирования значений общее количество возможных комбинаций составляет 16 777 216, что обеспечивает широкий спектр цветовых оттенков. Формат YCbCr (или YUV), который широко используется в цифровой обработке видео и сжатии, разделяет цветовую информацию на яркостную компоненту (Y) и две цветоразностные компоненты (Cb и Cr), что обеспечивает более эффективное кодирование видео и учитывает особенности человеческого зрения при сжатии видеоданных. Выбор между форматами зависит от конкретного применения и требований проекта в области цифровой обработки изображений и видео.

Метод и алгоритм обнаружения нефтяных загрязнений на морской поверхности

Предлагаемый метод обнаружения разлива нефти включает последовательные этапы: преобразование форматов исходной видеoinформации, сегментацию полутоновых изображений, оценку основных показателей качества (сложности, битовой скорости передачи и точности обнаружения).

На первом этапе исходная информация подвергается преобразованию в формат HSL – Hue, Saturation, Lightness (Hue – цветовой тон, т.е. оттенок цвета; Saturation – насыщенность; Lightness – светлота цвета) для обеспечения универсального и точного определения координат и периметра областей загрязнения.

На втором этапе проводится сегментация градаций серого на изображениях, представляющая собой важную задачу, решение которой способствует эффективному обнаружения и идентификации объектов в контексте мониторинга. Основной целью поиска и выделения являются нефтяные пятна на морской поверхности при анализе видеоматериалов, полученных от дистанционно зондируемых источников. Процесс пороговой сегментации является ключевым в данном контексте и направлен на разделение областей, содержащих объекты интереса на исходном изображении, и назначение каждой области определенного значения, облегчая дальнейший анализ изображения.

На третьем этапе вычисляется значение порогового уровня, для его определения может быть применен метод, изложенный в работах [11,12], который теоретически обладает минимальной вероятностью ошибочной классификации, а именно: метод максимальной межклассовой дисперсии. Последний проводит сегментацию всех пикселей изображения на две категории в соответствии с пороговым значением.

Преобразование цвета из одного стандарта в другой выполняется на основе определенных соотношений в векторном пространстве цветов:

$R' = \frac{R}{255}$, $G' = \frac{G}{255}$, $B' = \frac{B}{255}$ – величины яркостей в цветовом пространстве RGB, находящиеся в интервале [0; 1]. Min, Max – минимум и максимум из значений трех компонент (R' , G' , B') соответственно, H – тон [0; 360], S – интенсивность или насыщенность [0; 1], L – светлота [0; 1].

Для преобразования RGB в формат $YCbCr$ и полутоновые черно-белые изображения также используются нормированные значения цветовых компонент $R' = \frac{R}{255}$, $G' = \frac{G}{255}$, $B' = \frac{B}{255}$.

Вычисление значения яркости Y , определяющего вклад цвета в яркость, выполняются по формуле:

$$Y = 0.2989 * R' + 0.5866 * G' + 0.1145 * B'$$

Вычисление цветовых компонент C_b и C_r , которые представляют различия между цветом и яркостью для синей и красной составляющих соответственно, выполняются, используя выражения:

$$C_b = \frac{1}{2} (B' - Y) * \frac{1}{1 - 0.1145}$$

$$C_r = \frac{1}{2} (R' - Y) * \frac{1}{1 - 0.2989}$$

Решение задачи автоматического выделения областей загрязнения включает подбор оптимальных пороговых значений для соответствующих областей при различных условиях шума и помех, таких как освещение, атмосферные явления и т.п. Этот процесс осуществляется путем вычисления максимальных значений интенсивности на этапе построения гистограммы исходного изображения. Определение координат разлива нефти осуществляется с помощью гистограммы яркостей компонентов, составляющих цвет пикселя, путём формирования порогов.

Предлагаемый алгоритм основан на предположении, что порог может быть определен по преобладанию красной составляющей цвета на анализируемом изображении над интенсивностью зеленой и синей компоненты (рис. 3). Алгоритм предоставляет возможность выполнения предупредительных (профилактических) мер, направленных на минимизацию последствий разлива нефти, а также на увеличение информированности и повышение оперативности при принятии решений со стороны оперативных служб.

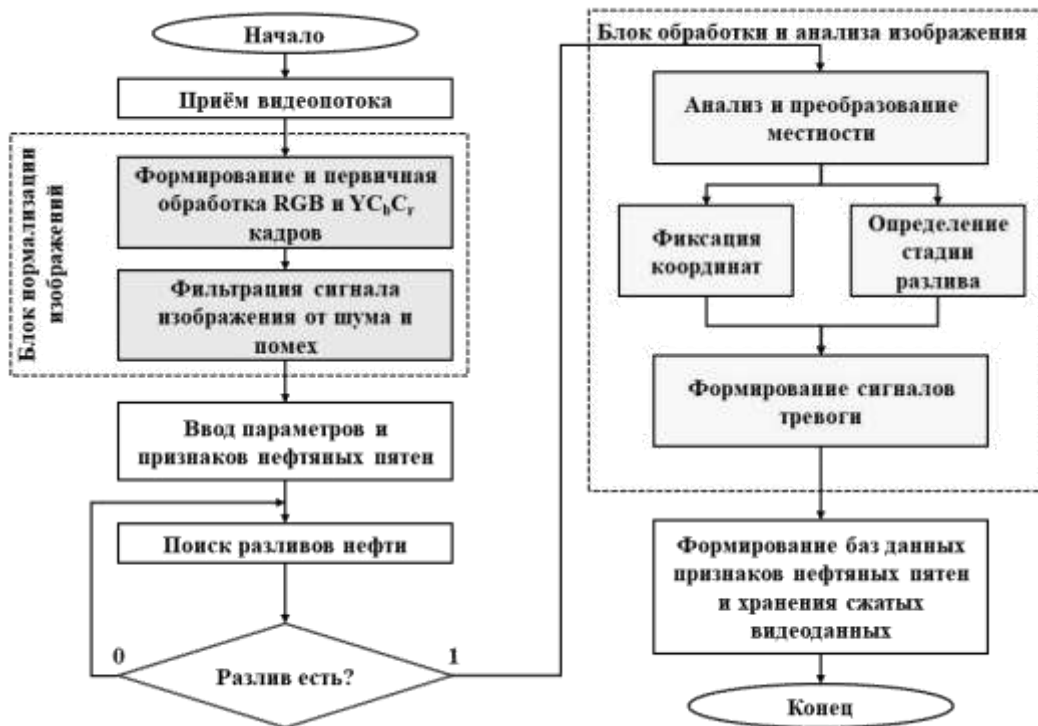


Рисунок 3 – Блок-схема алгоритма обнаружения областей нефтяного загрязнения морской поверхности

При моделировании процесса анализа изображений на предмет качества определения разливов нефтепродуктов на морской поверхности было установлено, что степень зашумленности изображения оказывает значительное влияние на качество распознавания. В качестве примеров шумовых помех применялись изображения зашумленные высокой облачностью и сильным туманом над водной поверхностью с 10-80% перекрытием области разлива нефтепродуктов. Для оценки ресурсоемкости алгоритма и эффективности его реализации рассматривались изображения с площадью нефтяного пятна составляющей 10-80% от общей площади изображения. Результаты моделирования представлены на рисунке 4.

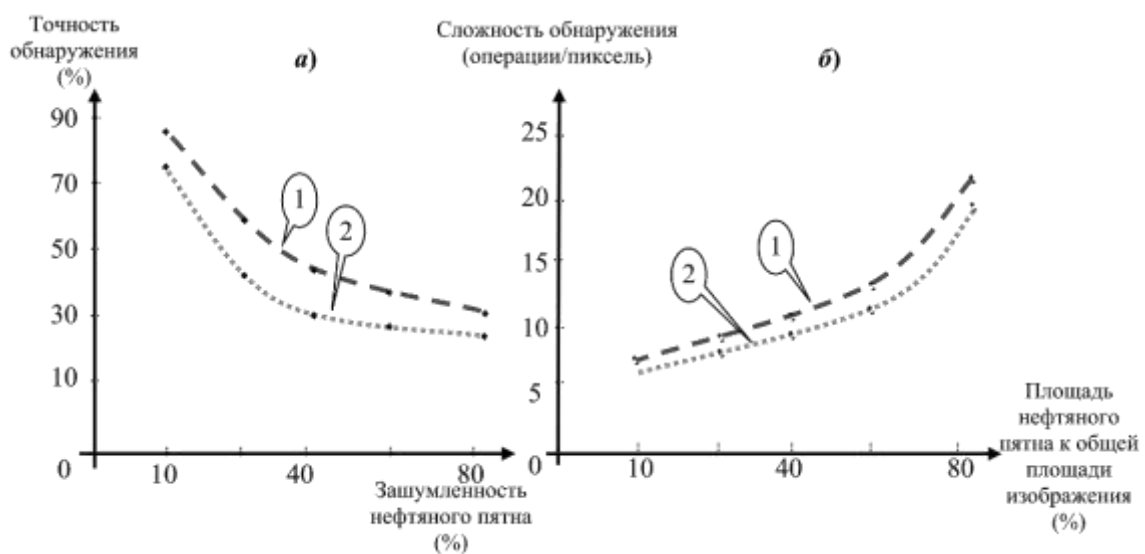


Рисунок 4 – Зависимости точности обнаружения нефтяного пятна от зашумлённости изображения (а) и сложности обнаружения от отношения площади нефтяного пятна к общей площади изображения (б), где 1 – алгоритм выделения границы, 2 – алгоритм сегментации.

Заключение

В работе рассмотрены основные источники загрязнения морской среды углеводородами, на основе анализа статистических данных сделаны выводы, что инциденты, связанные с разливами и выбросами нефти и нефтепродуктов, причиняют значительный экологический и экономические ущербы морской экосистеме и экономике нашей страны соответственно.

В целях снижения негативного воздействия разливов нефти и нефтепродуктов на морскую среду был предложен новый метод и алгоритм обнаружения нефтяных загрязнений на морской поверхности. Реализация данного метода позволяет улучшить существующие системы видеомониторинга, обеспечивая своевременное обнаружение, распознавание и классификацию нефтяных пятен. Такие улучшения способствуют разработке эффективных стратегий предотвращения, реагирования и ликвидации разливов, а также стимулируют развитие новых технологий и методов мониторинга для обеспечения экологической безопасности морской среды.

Предложенный метод основан на двухпороговой сегментации полутоновых изображений, полученных путем преобразования исходных изображений. Он позволяет выявить координаты нефтяных пятен, используя гистограмму яркостей компонентов цветовых пикселей и формирование порогов для максимального охвата области разлива и морской поверхности. Данный метод способен определить объект мониторинга, такой как аварийный нефтеналивной танкер. В результате компьютерного моделирования двух алгоритмов - сегментации и выделения границ – были построены зависимости точности обнаружения нефтяных пятен от шума на изображении и сложности обнаружения относительно площади нефтяных пятен к общей площади изображения.

Оценка вычислительных затрат данного метода позволяет сделать вывод о его возможной аппаратной реализации с использованием технологии «система на кристалле» [13] и его применимости на борту беспилотных летательных аппаратов для обеспечения непрерывного видеонаблюдения морской среды и контроля.

Список литературы

1. Экологический отчет ПАО «ГАЗПРОМ» за 2022 год. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.gazprom.ru/> (дата обращения 01.08.2023).
2. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Oil in the Sea IV: Inputs, Fates, and Effects. – Washington, DC: The National Academies Press, 2022. – 516 p.
3. Коршунова Т.Ю., Логинов О.Н. Нефтяное загрязнение водной среды: особенности, влияние на различные объекты гидросферы, основные методы очистки // Экобиотех. – 2019. – Т. 2, № 2. – С. 157-174.
4. Владимиров В.А. Разливы нефти: причины, масштабы, последствия // Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования. – 2014. – Т. 4, № 1(6). – С. 217-229.
5. Владимиров А.М., Ляхин Ю.И., Матвеев Л.Т., Орлов В.Г. Охрана окружающей среды. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 424 с.
6. Государственные доклады о состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера за период с 2013 по 2022 гг. [Электронный ресурс]. – URL: <https://mchs.gov.ru/dokumenty/> (дата обращения 01.08.2023).
7. Названы причины аварии на ТЭЦ в Норильске [Электронный ресурс]. – URL: <https://rg.ru/2020/11/16/nazvany-prichiny-avarii-na-tec-v-norilске.html> (дата обращения 01.08.2023).
8. Hassani B., Sahebi M.R., Asiyabi R.M. Oil spill four Class classification using UAVSAR polarimetric data // Ocean Science Journal. – 2020. – № 55. – Pp. 433-443.
9. Guo H., Wu D., An J. Discrimination of oil slicks and lookalikes in polarimetric SAR images using CNN // Sensors. – 2017. – №17. – 1837 p.

10. Фахми Ш.С., Малыгин И.Г., Егоршев С.М., Крылов Ю.Е. Когнитивные транспортные видеосистемы // Морские интеллектуальные технологии. – 2020. – № 4-1(50). – С. 142-154.

11. Крюкова М.С., Фахми Ш.С. Сегментация полутоновых изображений лесных пожаров на основе дисперсионного анализа // Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России. – 2019. – № 3. – С. 103-111.

12. Фахми Ш.С., Королев О.А., Бородина О.В. Новый алгоритм обнаружения и выделения морских объектов от фона в системах наблюдения // Морские интеллектуальные технологии. – 2022. – Т. 1, № 3. – С. 256-264.

13. Фахми Ш.С., Малыгин И.Г., Королев О.А. Аппаратная реализация приложения обработки изображений транспортных объектов на основе технологии «система на кристалле» // Проблемы разработки перспективных микро- и наноэлектронных систем (МЭС). – 2022. – № 4. – С. 50-55.

УДК 004.93

МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В РАЗВИТИИ ПАРАДИГМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ НА ТРАНСПОРТЕ

*Дюк Вячеслав Анатольевич – доктор технических наук, главный научный сотрудник лаборатории интеллектуальных транспортных систем
ФГБУН Института проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук*

Аннотация. Решение задачи оценки экологической ситуации на транспортных объектах во многом определяется успешностью точного раскрытия и описания в виде математических моделей взаимосвязей между объектами воздействия и видами воздействия транспорта на окружающую среду. Как объекты, так и виды воздействия характеризуются следующими общими характеристиками: нечеткость целевых показателей и критериев; неопределенность, неточность, разнотипность и неизвестная размерность описаний; наличие в описаниях «русел и джокеров» разного заранее неизвестного формата с неизвестной локализацией. Попытки построения математических моделей, описывающих сложные системные взаимосвязи, в предметных областях с подобными характеристиками породили большое количество подходов. Наиболее продвинутые подходы развиваются сегодня в области искусственного интеллекта, где одна из ведущих ролей принадлежит машинному обучению.

Ключевые слова: экологическая безопасность на транспорте, машинное обучение, искусственный интеллект.

MACHINE LEARNING METHODS IN THE DEVELOPMENT OF THE ENVIRONMENTAL SAFETY MANAGEMENT PARADIGM IN TRANSPORT

*Duke Vyacheslav A. – Dr.Sci.Tech, chief researcher of the Laboratory of Intelligent Transport Systems
Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences*

Abstract. The solution of the problem of assessing the environmental situation at transport facilities is largely determined by the success of accurate disclosure and description in the form of mathematical models of the relationships between the objects of impact and the types of transport impact on the environment. Both objects and types of impact are characterized by the following

general characteristics: the vagueness of targets and criteria; uncertainty, inaccuracy, diversity and unknown dimension of descriptions; the presence in the descriptions of "channels and jokers" of different previously unknown format with unknown localization. Attempts to construct mathematical models describing complex system relationships in subject areas with similar characteristics have generated a large number of approaches. The most advanced approaches are being developed today in the field of artificial intelligence, where one of the leading roles belongs to machine learning.

Keywords: environmental safety in transport, machine learning, artificial intelligence.

Технологическая парадигма управления экологической безопасностью на транспорте в целом представляет собой совокупность методов, подходов и инноваций, которые применяются для минимизации негативного воздействия транспортных средств и систем на окружающую среду. Она ориентирована на снижение выбросов загрязняющих веществ, оптимизацию энергопотребления и повышение эффективности транспортных систем с учетом экологических аспектов. Важной целью этой парадигмы является создание устойчивой и экологически безопасной транспортной инфраструктуры.

Основные ключевые элементы технологической парадигмы управления экологической безопасностью на транспорте:

– *Экологически чистые транспортные технологии.* Развитие и внедрение альтернативных источников энергии, таких как электричество, водород и биотопливо, а также разработка эффективных и экологичных двигателей и топлив.

– *Умная транспортная инфраструктура.* Применение информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) для улучшения управления и мониторинга транспортными системами, что позволяет оптимизировать движение транспорта и снизить выбросы.

– *Эффективное использование ресурсов.* Развитие методов для уменьшения потребления энергии и сырья в производстве и эксплуатации транспортных средств.

– *Разработка и внедрение стандартов и нормативов.* Создание и соблюдение норм и стандартов, регулирующих экологические показатели транспорта и его воздействие на окружающую среду.

– *Образование и информирование.* Повышение осведомленности об экологической безопасности среди владельцев и операторов транспортных средств, а также среди общества в целом.

– *Экологически ориентированный дизайн.* Проектирование и разработка транспортных средств с учетом экологических аспектов, таких как аэродинамика, вес и материалы.

– *Исследования и инновации.* Поддержка научных исследований и инноваций в области технологий и практик, направленных на улучшение экологической безопасности на транспорте.

Важную роль в современных стратегиях управления экологической безопасностью на транспорте играют средства и методы искусственного интеллекта (ИИ). ИИ может быть интегрирован в различные аспекты транспортных систем для улучшения экологической эффективности и снижения негативного воздействия на окружающую среду. Вот несколько способов, как ИИ может быть использован:

– *Мониторинг и управление транспортом:* ИИ может анализировать данные из датчиков, видеокамер и других источников, чтобы отслеживать движение транспорта и оптимизировать потоки движения. Это позволяет сократить пробки и уменьшить выбросы загрязняющих веществ.

– *Оптимизация маршрутов и расхода топлива:* ИИ может разрабатывать оптимальные маршруты для транспортных средств, учитывая дорожные условия, плотность движения и прочие факторы. Это помогает снизить энергопотребление и выбросы CO₂.

- Управление транспортными сетями: ИИ может помогать в управлении городскими транспортными сетями, регулируя работу светофоров, общественного транспорта и других элементов инфраструктуры для минимизации задержек, и улучшения эффективности.
- Прогнозирование и предупреждение аварий: алгоритмы машинного обучения могут анализировать исторические данные о дорожных авариях и погодных условиях, что позволяет предсказывать возможные аварийные ситуации и предупреждать о них.
- Управление энергопотреблением: в средствах транспорта ИИ может оптимизировать работу двигателей и систем управления энергопотреблением для снижения расхода топлива или электроэнергии.
- Обслуживание и ремонт: системы ИИ могут мониторить состояние транспортных средств и предсказывать необходимость обслуживания и ремонта, что помогает поддерживать их в рабочем состоянии и снижает выбросы из-за неисправностей.
- Экологические стандарты и регулирование: ИИ может использоваться для сбора и анализа данных о выбросах транспорта, что помогает государственным и муниципальным органам регулировать экологические стандарты и разрабатывать более эффективные политики.

Решение задачи оценки экологической ситуации на транспортных объектах во многом определяется успешностью точного раскрытия и описания в виде математических моделей взаимосвязей между объектами воздействия и видами воздействия транспорта на окружающую среду. К основным объектам воздействия относятся воздушная среда; водные объекты; почва и недра; население; растительный и животный мир; ландшафты и сельхозугодья; жилищный фонд; производственные объекты; памятники культуры и др. Среди видов воздействия выделяют потребление природных ресурсов: воздуха, воды, почвы, нефти, газа; загрязнение воздушного бассейна, водных объектов, почвы; создание высоких уровней шума, вибрации, электромагнитных и тепловых излучений; травматизм и гибель людей, животных при транспортных происшествиях; пересечение трассами привычных путей движения диких животных и пролета птиц; разрушение и отчуждение земель под транспортные объекты и отходы транспортной деятельности; ухудшение условий произрастания растений, их деградация и гибель и т.п.

Как объекты, так и виды воздействия характеризуются большим количеством параметров (например, сведения о концентрации различных веществ, размере, весе, росте, заболеваниях и других свойствах разнообразных биологических объектов). С позиций специалистов по прикладной статистике в задачах исследования экологических систем, как в фокусе, сконцентрированы многие проблемы анализа данных. Решая задачу поиска взаимосвязи комплекса измерений с целевыми переменными (например, между концентрацией веществ, выбрасываемых транспортными средствами в атмосферу, и заболеваемостью населения оцениваемых регионов), в первую очередь, обращает на себя внимание ряд особенностей анализируемых данных, которые кратко выражаются следующими общими характеристиками: нечеткость целевых показателей и критериев; неопределенность, неточность, разнотипность и неизвестная размерность описаний; наличие в описаниях «русел и джокеров» разного заранее неизвестного формата с неизвестной локализацией. Проблемы, с которыми сегодня сталкиваются исследователи, порождены этой спецификой данных, что было нами рассмотрено в ряде статей и монографий [1,2].

Попытки построения математических моделей, описывающих сложные системные взаимосвязи, в предметных областях с подобными характеристиками породили большое количество подходов. В области экологии, как правило, применяются упрощенные с современных позиций статистические подходы, использующие дескриптивные методы, корреляционный и регрессионный анализ, базирующиеся на концепции усреднения по выборке [3]. Вместе с тем, наиболее продвинутые современные подходы развиваются сегодня в области искусственного интеллекта, где одна из ведущих ролей принадлежит машинному обучению, включающему методы создания и обучения по накопленным или сконструированным данным компьютерных моделей, корректно отражающих разнообразные

отношения объектов реального или идеального мира. Примеры применения и сравнительной оценки эффективности различных методов машинного обучения для решения некоторых экологических задач рассмотрены в нашей статье [4].

Список литературы

1. Дюк В.А. Логические методы машинного обучения (инструментальные средства и практические примеры). – СПб.: Издательско-полиграфическая ассоциация высших учебных заведений, 2020. – 248 с.
2. Дюк В.А. Экспериментальное исследование реакции алгоритмов машинного обучения на ошибки разметки данных // Дифференциальные уравнения и процессы управления. – 2022. – № 3. – С. 59-71.
3. Никифорова Ю.Ю. Статистические методы в экологии и природопользовании: учеб. пособие. – Краснодар: КубГАУ, 2019. – 88 с.
4. Дюк В.А. Методы машинного обучения в задачах дистанционного экологического мониторинга / Транспорт России: проблемы и перспективы – 2022: материалы Юбилейной международной научно-практической конференции. – СПб.: ИПТ РАН. 2022. – С. 146-150.

УДК 625.1, 614.841

ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ ИНФРАСТРУКТУРНЫХ ОБЪЕКТОВ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Гуркин Степан Николаевич – аспирант 3 курса факультета подготовки кадров высшей квалификации

Актерский Юрий Евгеньевич – доктор военных наук, профессор, профессор кафедры пожарной безопасности зданий и автоматизированных систем пожаротушения

Терехин Сергей Николаевич – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры пожарной безопасности зданий и автоматизированных систем пожаротушения

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева

Аннотация. В связи со стремительным переходом Российской Федерации к высокоскоростному железнодорожному сообщению, возникает проблема повышения пожарной опасности при высокоскоростном сообщении, на инфраструктурных объектах. Несмотря на свою общую надежность, чрезвычайные ситуации, пожары и взрывы достаточно часто случаются как на самом железнодорожном транспорте, так и на объектах его инфраструктуры, важное место среди которых занимают инфраструктурные объекты электроснабжения, средств автоматического и автоматизированного управления движением поездов.

Ключевые слова: пожарная опасность, тяговые подстанции, высокоскоростное движение, энергетические объекты, железнодорожное движение, пожароопасность, контактная сеть, объекты инфраструктуры, ВСМ.

FIRE DANGER OF INFRASTRUCTURE FACILITIES OF HIGH-SPEED RAIL POWER SUPPLY

*Gurkin Stepan N. – postgraduate student of the Faculty of Training highly qualified personnel
Akersky Yury Ev. – Doctor Military Sciences, Professor, Professor of the Department of
Fire safety of Buildings and Automated Fire Extinguishing Systems*

Terehin Sergey N. – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Fire safety of Buildings and Automated Fire Extinguishing Systems Saint-Petersburg University of state fire service of EMERCOM of Russia

Abstract. Due to the rapid transition in the Russian Federation to high-speed rail communication, there is a problem of increasing fire danger in high-speed communication, at infrastructure facilities. Despite its overall reliability, emergencies, fires and explosions quite often occur both on the railway transport itself and on its infrastructure facilities, an important place among which is occupied by infrastructure facilities of power supply, means of automatic and automated control of train traffic.

Keywords: fire hazard, traction substations, high-speed traffic, power facilities, railway traffic, fire hazard, contact network, infrastructure facilities, HST.

Железнодорожный транспорт относится к наиболее безопасным видам транспорта. Вместе с тем, потенциальные аварийные ситуации несут значительную угрозу жизни и здоровью людей, большого материального ущерба и экологического вреда. Это обусловлено большой протяженностью железнодорожных коммуникаций в Российской Федерации, значительным количеством перевозимых пассажиров и опасных грузов, а также использованием при организации перевозок высокоэнергетических инфраструктурных объектов [1], наибольшей пожарной опасностью среди которых обладают магистральные тяговые электрические подстанции.

Исследованию безопасной эксплуатации энергетических объектов железнодорожной инфраструктуры высокоскоростных магистралей посвящено немало трудов как отечественных, так и зарубежных ученых [1-8]. Процесс перехода к высокоскоростному движению в Российской Федерации продолжается уже долгое время и сроки завершения этого процесса пока не определены. В этих условиях необходимо учитывать возможность эксплуатации современных и перспективных электропоездов на действующем энергетическом оборудовании. В связи с этим, на существующих энергетических объектах железнодорожной транспортной сети будут возникать скачкообразные пиковые нагрузки, чередующиеся с их резким снижением. Такой режим функционирования высокоэнергоемкого оборудования способен привести к увеличению угрозы возгорания объектов и нарушению функционирования протяженных участков пути ВСМ.

Переход на высокоскоростное железнодорожное сообщение способен вызвать возникновение различных чрезвычайных ситуаций при железнодорожных перевозках, наиболее опасными из которых являются пожары и инициируемые ими взрывы. Особо опасными являются пожары на инфраструктурных энергетических объектах. Основным элементом питания на электрифицированной железной дороге является тяговая подстанция, функционирование которой, в настоящее время, заключается в обеспечении электроэнергии как традиционных пассажирских и грузовых составов, так и высокоскоростных пассажирских поездов. Вызванные скачки напряжения, связанные с изменением нагрузки, могут привести к аварийному режиму энергетических элементов подстанции, что способно привести к возгоранию.

Тяговые подстанции (рис. 1, рис. 2) являются наиболее пожароопасной структурной частью магистральных систем электроснабжения железнодорожного транспорта. Пожарная безопасность тяговой подстанции является сложной ее характеристикой, зависящей от многих внешних и внутренних факторов, которые часто имеют неопределенный случайный характер. Анализ этих факторов для принятия управленческих решений представляет большие трудности [1]. Именно тяговые подстанции служат для поддержания рабочего напряжения в контактной сети, преобразовывая переменный ток высокого напряжения, в переменный ток, служащего для питания электроподвижного состава.



Рисунок 1 – Тяговая подстанция железной дороги

На сегодняшний день тяговые подстанции Российских железных дорог непрерывно развиваются, вводятся новые средства автоматики для предотвращения аварийных ситуаций.



Рисунок 2 – Модульная подстанция железной дороги

У ОАО «РЖД» имеется комплекс по управлению деятельностью компании в области защиты окружающей среды, промышленной и пожарной безопасности – ЕК АСУ ОПБ [2,3]. В каждом предписании в ходе анализа выявлено, что количество замечаний варьируется от двух до пятнадцати.

Данный программный комплекс, не смотря на своё развитие, не в полной мере обеспечивает требуемую защиту объектов инфраструктуры, что видно из количества нарушений в области пожарной безопасности (рис. 3).

Выявление основных параметров тяговой подстанции для определения электрической нагрузки контактной сети в различных точках железнодорожного участка, характеризуют тяговую подстанцию, в зависимости от профиля и плана пути, характеристик электроподвижного состава, массы поезда и параметров состава вагонов, а также режима ведения поезда и напряжения в контактной сети [4].

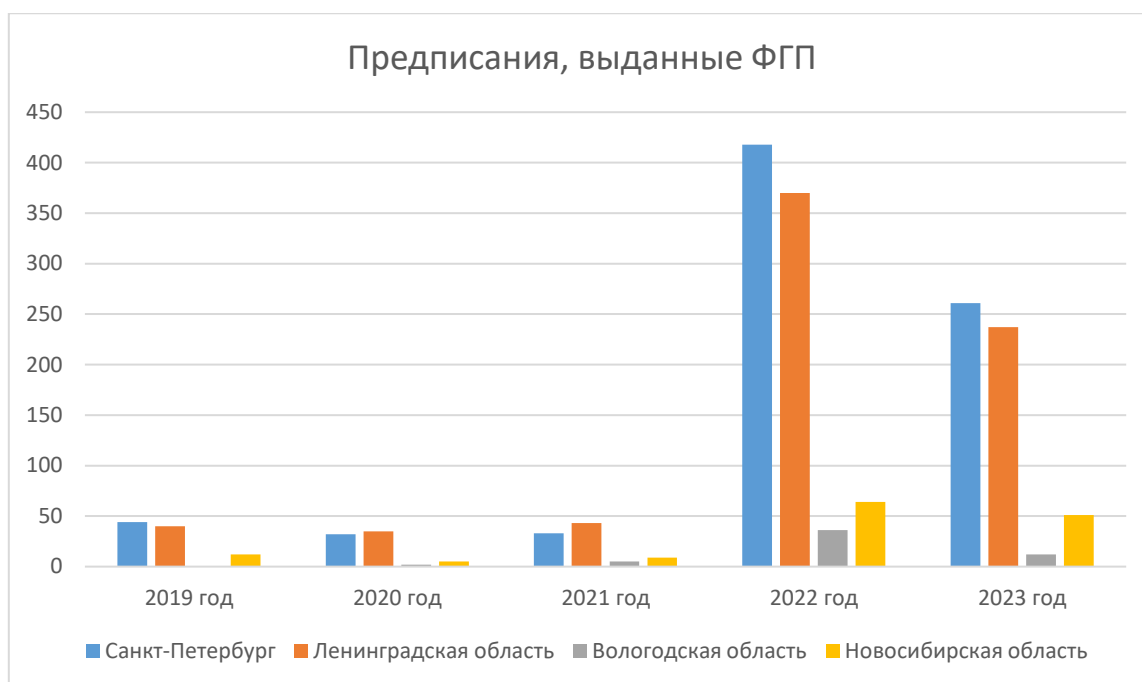


Рисунок 3 – Предписания ФГП, выданные структурным подразделениям за год в определенной области

Выявление основных параметров тяговой подстанции для определения электрической нагрузки контактной сети в различных точках железнодорожного участка, характеризуют тяговую подстанцию, в зависимости от профиля и плана пути, характеристик электроподвижного состава, массы поезда и параметров состава вагонов, а также режима ведения поезда и напряжения в контактной сети [4].

В результате тяговых расчетов получают зависимость от времени координат положения поезда на участке и токов, потребляемых электроподвижным составом из контактной сети, с равномерным шагом по времени.

Системы противопожарной защиты не совершенны, что показывают случаи [5,6]. В одном из случаев пожар на тяговой подстанции не привел к нарушению движения поездов, а другой представленный случай имеет явный пример несанкционированного вмешательства в инфраструктуру железной дороги. В свою очередь, в случае возгорания на тяговой подстанции происходит отключение питания СЦБ (стрелочные переводы, светофоры, механизмы автоблокировки). На каждой тяговой подстанции имеется резервный источник питания – дизель генератор и аккумуляторные батареи, способные питать устройства СЦБ в течении 48 часов, однако, в случае пожара, из-за нахождения всех элементов питания в одном радиусе, есть вероятность, что ни один источник питания не будет доступен.

В настоящее время в связи с ростом стоимости оборудования, требованием круглосуточной работы необходимы системы, способные выявлять признаки пожароопасных состояний до возникновения пожара. Такая система позволит избежать аварийного прерывания производственных и бизнес-процессов, а также существенно снизить затраты, в том числе за счет предотвращения экономических потерь. Построение системы управления пожарной безопасностью требует разработки методов и средств диагностики параметров, свидетельствующих о пожароопасном состоянии объектов на основе оценки пожарной опасности. На основе выявленных состояний должно приниматься решение об изменении состояния контролируемого объекта до начала пожара [7].

Заключение. Таким образом, в ходе исследования выявлено, что проблема снижения пожарной опасности объектов энергоснабжения железной дороги с высокоскоростным движением поездов в современных условиях является чрезвычайно актуальной. Кроме того,

современные системы электроснабжения железнодорожного транспорта должны быть экономически эффективными, позволяющие осуществлять монтаж в ограниченном пространстве и в короткие сроки [8]. В результате проведенного анализа обоснована необходимость снижения пожарной опасности объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта, к важнейшим из которых относятся тяговые подстанции высокоскоростных железнодорожных магистралей.

Проведенный анализ факторов, оказывающих в современных условиях наиболее существенное влияние на уровень пожарной безопасности энергетических объектов перспективных железнодорожных магистралей, позволил определить и сформулировать основные направления научных исследований в области снижения их пожарной опасности, наиболее актуальными из которых являются следующие:

- разработка методики раннего обнаружения возгораний и определения расчетных величин пожарной опасности объектов магистральных систем электроснабжения;
- разработка интеллектуального аппаратно-программного комплекса поддержки принятия оперативных решений и практических рекомендаций по его применению для снижения уровня пожарной опасности тяговых электроподстанций магистральных систем электроснабжения скоростного и высокоскоростного железнодорожного транспорта, с учетом их особенностей и фактических условий функционирования.

Список литературы

1. Актерский Ю.Е., Северин С.Н. Когнитивное моделирование пожарной безопасности тяговых подстанций магистральных систем электроснабжения железнодорожного транспорта // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2018. – Т. 1. – С. 19-22.
2. Проневич О.Б. Автоматизированная система управления пожарными рисками при обеспечении безопасности движения на железнодорожном транспорте: специальность 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Москва, 2021. – 260 с.
3. RZDSsoftware: сайт. [Электронный ресурс]. – URL: <https://software.rzd.ru/catalog/17> (дата обращения: 09.10.2023)
4. ГОСТ Р 57670-2017 Системы тягового электроснабжения железной дороги. Методика выбора основных параметров: дата введения 01.05.2018. – М.: Стандартинформ, 2017. – 48 с.
5. Россия ГТРК «Нижний Новгород». [Электронный ресурс]. – URL: <https://vestinn.ru/news/society/209008/> (дата обращения: 10.08.2023)
6. Новостное информационное агентство 78: сайт. [Электронный ресурс]. – URL: <https://78.ru/news/2023-03-08/neizvestnii-sovershil-podzhog-podstancii-rzhd-v-melnichnom-ruche> (дата обращения 10.08.2023).
7. Pronevich O.B., Shubinsky I.B. Risk-based automated system for prediction of fire safety in railway facilities. Dependability. – 2019. – № 19(1). – Pp. 48-54.
8. Railway Power Supply Systems // Toshiba: сайт. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.global.toshiba/content/dam/toshiba/ww/outline/infrastructure/business-introduction/railway/pdf/Railway_Power_Supply_Systems (дата обращения 09.10.2023)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЖЕННОСТИ КОТЛА ЦИСТЕРНЫ ПРИ ПОЖАРЕ С УЧЕТОМ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ И ФИЗИЧЕСКОЙ НЕЛИНЕЙНОСТЕЙ

Зяблов Дмитрий Вячеславович – аспирант кафедры вагонов и вагонного хозяйства

Беспалько Сергей Валерьевич – доктор технических наук, профессор кафедры вагонов и вагонного хозяйства

ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта»

Аннотация. Аварийные режимы, возникающие при воздействии открытого пламени на котел нефтебензиновой цистерны, приводят к температурным напряжениям, которые могут вызвать разрушение оболочки котла, снизить жесткость и прочность его материала. В статье рассмотрена методика определения нагруженности котла цистерны в очаге пламени с учетом геометрической и физической нелинейностей. Методика реализована в программном комплексе MathCad и может быть использована при проектировании железнодорожных цистерн для перевозки опасных грузов и при разработке систем защиты от аварийных тепловых воздействий.

Ключевые слова: вагон-цистерна, оболочка котла, аварийный режим, пожар, температурное поле, нелинейная теория оболочек, Ряд Тейлора, принцип Лагранжа.

DETERMINATION OF INTERNAL MATERIAL STRESS OF RAILROAD TANK BOILER AT FIRE TAKING INTO ACCOUNT GEOMETRICAL AND PHYSICAL NONLINEARITIES

Zyablov Dmitriy V – graduate student, Department of Cars and Carriage Economy

Bespalko Sergey V. – PhD in Technical Sciences, Professor

Russian university of transport (MIIT)

Abstract. Emergency modes arising from the impact of open flame on the boiler of the oil-gasoline railroad tank, lead to thermal stresses that can cause the destruction of the tank boiler shell, reduce the rigidity and strength of its material. The scientific paper describes the methodology for determining internal material stress of railroad tank boiler in the flame, taking into account geometric and physical nonlinearities. The methodology is implemented in the MathCad software package and can be used in the projecting of railroad tanks for transportation of hazardous cargoes and in the development of protection systems against emergency thermal effects

Keywords: railroad tank, boiler shell, emergency mode, fire, temperature field, non-linear shell theory, Taylor Series, Lagrangian mechanics.

Пожар представляет собой серьезную опасность для цистерн, перевозящих опасные грузы 2-го и 3-го классов опасности [1,2]. На рисунке 1 показаны последствия нахождения цистерн в очаге пожара.

Под действием внешнего теплового потока в очаге открытого пламени происходит существенное локальное повышение температур, что влияет на напряжённо-деформированное состояние (НДС) оболочки котла в следующих аспектах [3]:

а) возникают высокие температурные напряжения и деформации оболочки, что может привести к разрушению котла;

б) возникает геометрическая нелинейность из-за значительных деформаций, что необходимо учитывать при определении НДС;

в) возникает физическая нелинейность НДС из-за «ослабления» механических свойств металла, что также способствует возможному разрушению котла;



Рисунок 1 – последствия нахождения котла цистерны в очаге пожара

г) имеет место нагрев и повышение давления перевозимого продукта, что создает дополнительные нагрузки на оболочку.

Расчетная схема и принятые допущения

Расчетная схема оболочки котла цистерны приведена на рисунке 2. Она имеет цилиндрическую систему координат $Oxyz$ с началом O в центре очага пламени. Ось Ox направлена вдоль оси котла; ось Oy – в окружном направлении; ось Oz – в радиальном направлении. a, b – размеры исследуемой зоны оболочки; R – радиус срединной поверхности; h – толщина; p, s – размеры зоны повышенной температуры; u, v, w – перемещения оболочки: продольное, тангенциальное и радиальное.

Расчет строится при следующих допущениях:

1. Рассматривается цилиндрическая зона, симметричная относительно очага пожара.
2. Конструктивными нерегулярностями оболочки пренебрегаем.
3. Температурное поле принимается одинаковой повышенной температурой в пределах зоны с координатами $0 \leq x \leq p$; $0 \leq y \leq s$.
4. Вне данной зоны температура равна температуре окружающей среды.
5. Пренебрегаем перепадами температуры по толщине.
6. При формировании разрешающей системы уравнений применен принцип Лагранжа.
7. Моделирование воздействий температурного поля и внутреннего давления производится независимо друг от друга.

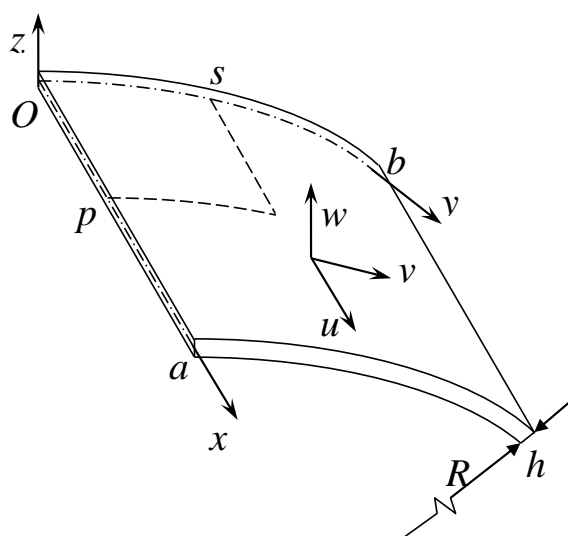


Рисунок 2 – Расчетная схема

Уравнения теории оболочек

При нагреве оболочки под действием открытого пламени прогибы оболочки могут достигать значительных величин, и проявляется геометрическая нелинейность деформаций. Разработаем математическую модель на основе нелинейной теории оболочек [4], в которой деформации растяжения-сжатия и сдвига приобретают нелинейные члены, в отличие от линейной теории [5]:

$$\begin{cases} \varepsilon_1 = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial w}{\partial x} \right)^2 - \varepsilon_m; \quad \varepsilon_2 = \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{w}{R} + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial w}{\partial y} \right)^2 - \varepsilon_m; \\ \omega = \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial x} \cdot \frac{\partial w}{\partial y}; \quad \kappa_1 = -\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} - \kappa_m; \\ \kappa_2 = \frac{\partial v}{R \partial y} - \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} - \kappa_m; \quad \tau = \frac{\partial v}{R \partial x} - \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y}. \end{cases} \quad (1)$$

где τ – деформация кручения; $\varepsilon_m = \alpha_m \Delta T$ – чисто тепловая деформация растяжения-сжатия; [6].

Соотношения (1) удобно представить в следующей форме, рассматривая отдельно линейные и нелинейные части деформаций:

$$\begin{cases} \varepsilon_1 = \varepsilon_{1л} + \varepsilon_{1н}; \quad \varepsilon_2 = \varepsilon_{2л} + \varepsilon_{2н}; \quad \omega = \omega_l + \omega_n; \\ \kappa_1 = \kappa_{1л}; \quad \kappa_2 = \kappa_{2л}; \quad \tau = \tau_l, \end{cases} \quad (2)$$

где индексами «л» и «н» обозначены, соответственно, линейные и нелинейные части деформаций.

Выражения для деформаций растяжения-сжатия и сдвига возникают квадратичные члены относительно центрального прогиба w_0 . В работе [9] это привело к системе кубических уравнений относительно радиального перемещения, что усложняет процесс нахождения корней. В настоящей работе проведем линеаризацию деформаций, применив разложение в ряд Тейлора [10,11] и приняв $\tilde{w}_0 = const$ – приближение для переменной w_0 , полученное с применением линейной теории [3,5]:

$$w_0^2 \approx 2\tilde{w}_0 w_0 - \tilde{w}_0^2. \quad (3)$$

Физические соотношения таковы:

$$\begin{cases} N_1 = B(\varepsilon_1 + \mu\varepsilon_2); \quad N_2 = B(\varepsilon_2 + \mu\varepsilon_1); \quad S = B_c \omega; \\ M_1 = D(\kappa_1 + \mu\kappa_2); \quad M_2 = D(\kappa_2 + \mu\kappa_1); \quad H = 2D_c \tau, \end{cases} \quad (4)$$

где N_1, N_2 – усилия растяжения-сжатия вдоль оси и вдоль направляющей; S – сдвигающее усилие; M_1, M_2 – изгибающие моменты в плоскостях Oxz и Oyz ; H – крутящие моменты; B, B_c, D, D_c – цилиндрические жесткости оболочки [5] на растяжение-сжатие, сдвиг, изгиб и кручение, соответственно; E – модуль упругости; μ – коэффициент Пуассона материала оболочки.

Влияние повышения температуры будем учитывать через локальное снижение модуля упругости материала, при повышении температуры [12]. Результирующее значение модуля упругости выразим следующим образом:

$$E = E_0 - \Delta E, \quad (5)$$

где E_0 – исходное значение модуля упругости; ΔE – изменение модуля упругости при повышении температуры.

С учетом (5), можно выразить цилиндрические жесткости оболочки:

$$\begin{cases} B = B_0 - \Delta B; \\ B_c = B_{c0} - \Delta B_c; \\ D = D_0 - \Delta D; \\ D_c = D_{c0} - \Delta D_c, \end{cases} \quad (6)$$

где переменные в левых частях уравнений представляют собой результирующие значения жесткостей при повышении температуры; индексом «0» обозначены исходные значения жесткостей; $\Delta B, \Delta B_c, \Delta D, \Delta D_c$ – изменения соответствующих жесткостей.

Следует отметить, что изменение модуля упругости в общем случае переменное, однако по результатам исследования [3], повышение температуры в очаге пламени, следовательно, и снижение модуля упругости можно с достаточной степенью точности полагать равномерным в пределах зоны действия очага пламени.

Вариационный метод и аппроксимация

Для расчета применим принцип Лагранжа [7] и составим выражением для потенциальной энергии:

$$\Pi = \frac{1}{2} \int_0^a \int_0^b (\varepsilon_1 N_1 + \varepsilon_2 N_2 + \omega S + \kappa_1 M_1 + \kappa_2 M_2 + \tau H) dy dx. \quad (7)$$

Потенциальную энергию деформации при локальном понижении жесткости можно представить как разность значений энергии – исходного значения Π_0 , полученного выше, и снижения энергии $\Delta\Pi$: $\Pi = \Pi_0 - \Delta\Pi$.

Введем аппроксимацию перемещений и изменения температуры оболочки с учетом результатов работ [3,8] в следующем виде:

$$\begin{cases} u = \frac{x}{a} \cdot \frac{y}{b} u_0; \\ v = \left(1 - \frac{x}{a}\right) \cdot \frac{y}{b} v_0; \\ w = \left(\frac{2x^3}{a^3} - \frac{3x^2}{a^2} + 1\right) \cdot \left(\frac{2y^3}{b^3} - \frac{3y^2}{b^2} + 1\right) w_0; \end{cases} \quad (8)$$

$$\Delta T = \begin{cases} T_u \text{ при } \begin{cases} 0 \leq x \leq p; \\ 0 \leq y \leq s; \end{cases} \\ 0 \text{ при } \begin{cases} x > p; \\ y > s, \end{cases} \end{cases} \quad (9)$$

где u_0, v_0, w_0 будем условно называть продольным, тангенциальным и радиальным узловыми перемещениями оболочки, соответственно.

После минимизации потенциальной энергии получим следующую разрешающую систему уравнений:

$$([r] - [\Delta r]) \cdot \vec{u}_0 = \vec{p}_m, \quad (10)$$

где $[r]$ – матрица жесткости оболочки; $[\Delta r]$ – матрица снижения жесткости; $\vec{u}_0 = \{u_0; v_0; w_0\}$ – вектор узловых перемещений; \vec{p}_m – вектор внешних тепловых воздействий.

Из решения системы (10) определяется вектор узловых перемещений:

$$\vec{u}_0 = ([r] - [\Delta r])^{-1} \cdot \vec{p}_m, \quad (11)$$

а затем – перемещения, деформации, внутренние усилия и напряжения в любой точке оболочки.

Реализация методик и результаты расчетов

Разработанная методика была реализована в программе Mathcad и применена для моделирования НДС оболочки котла нефтебензиновой цистерны в очаге пламени.

Исходные данные для расчета: $R = 3050$ мм; $h = 10$ мм; материал – Сталь 09Г2С; $E = 2,1 \cdot 10^5$ МПа; $\nu = 0,3$; $a = 2000$ мм; $b = 2400$ мм; $p = 900$ мм; $s = 1178$ мм; $T_{ц} = 750^\circ\text{C}$; $\alpha_T = 1,44 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$.

Общая форма деформации оболочки в очаге пламени приведена на рисунке 3. Из диаграммы видно, что максимальный прогиб имеет место в центре очага пожара.

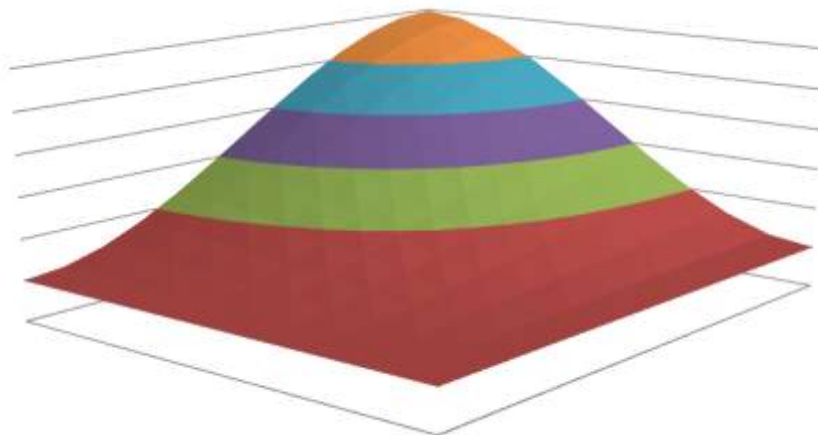


Рисунок 3 – Деформированное состояние оболочки котла цистерны в очаге пламени

В таблице приведены максимальные перемещения оболочки с учетом и без учета физической нелинейности.

Таблица – Максимальные перемещения оболочки от перепада температур и от внутреннего давления без учета и с учетом физической нелинейности

Перемещение, мм	Перепад температуры			Внутреннее давление		
	Без учета	С учетом	Расхождение, %	Без учета	С учетом	Расхождение, %
u_0	1,81	1,14	-37,0 %	-0,28	-0,34	21,4 %
v_0	-2,34	-4,84	106,8 %	-1,82	-2,10	15,4 %
w_0	49,77	86,12	73,0 %	6,49	9,68	49,2 %

Из приведенных результатов видно, что физическая нелинейность приводит к существенному увеличению деформаций оболочки котла в очаге пожара, что необходимо учитывать при определении НДС.

Заключение. Предложена методика моделирования НДС от изменения температуры с учетом физической нелинейности. Методика основана на нелинейной теории оболочек, принципе Лагранжа и аппроксимации перемещений полиномами. Расчетные зависимости получены в явном виде, что делает методику эффективной при реализации на ЭВМ. Выполнено моделирование НДС котла нефтебензиновой цистерны в очаге пламени. Оценено влияние учета физической нелинейности на деформированное состояние оболочки. Максимальный прогиб в центре очага возрастает на 49%. Разработанная методика может применяться при разработке средств защиты котлов цистерн от пожара.

Список литературы

1. Филиппов В.Н. Пожаровзрывобезопасность перевозок сжиженных углеводородных газов железнодорожным транспортом / В.Н. Филиппов, А.П. Шевчук [и др.] // Пожаровзрывобезопасность. – 1993. – № 6. – С. 35-39.

2. Шебеко Ю.Н. Экспериментальное исследование поведения тонкостенных оболочек в очаге пламени / Ю.Н. Шебеко, В.А. Назаренко, В.Н. Филиппов [и др.] // Пожарная безопасность. – 2004. – № 2. – С. 64-71.
3. Беспалько С.В. Разработка и анализ моделей повреждающих воздействий на котлы цистерн для перевозки криогенных продуктов: автореф. дис. ... докт. техн. наук: 05.22.07. – М., 2000. – 47 с.
4. Вольмир А.С. Нелинейная динамика пластинок и оболочек. – М.: Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука», 1972. – 432 с.
5. Филин А.П. Элементы теории оболочек. – Л.: Стройиздат. Ленингр. отделение, 1987. – 384 с.
6. Огибалов П.М., Грибанов В.Ф. Термоустойчивость пластин и оболочек. – М.: МГУ, 1968. – 518 с.
7. Лойцянский Л.Г., Лурье А.И. Курс теоретической механики. Ч. 2. – Л.–М.: ОГИЗ, 1942. – 580 с.
8. Головин В.В. Моделирование поведения котла цистерны в очаге пламени [Текст]: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.22.07 / Головин Виталий Владимирович. – М., 2005. – 22 с.
9. Маслов И.Г. Состояние котла цистерны при воздействии очага пламени в аварийной ситуации: диссертация ... кандидата технических наук: 05.22.07 / Маслов Илья Геннадьевич; [Место защиты: Моск. гос. ун-т путей сообщ. Императора Николая II]. – М., 2016. – 132 с.
10. Смирнов В.И. Курс высшей математики. Том 1. – СПб: «БХВ-Петербург», 2008. – 624 с.
11. Михлин С.Г. Курс математической физики. – М.: Наука, 1968. – 576 с.
12. Зиновьев В.Е. Теплофизические свойства металлов при высоких температурах: справочник. – М.: Metallургия, 1989. – 384 с.

УДК 504.054:656

КОМПЛЕКСНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ И ТЕПЛОВОЙ СТАНЦИИ НА КАЧЕСТВО ГОРОДСКОЙ ПОЧВЫ

Журавлева Маргарита Анатольевна – кандидат технических наук, доцент кафедры высшей математики и естественных наук

Зубрев Николай Иванович – кандидат технических наук, доцент кафедры высшей математики и естественных наук

Кокин Сергей Михайлович – доктор физико-математических наук, профессор кафедры физики

ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта»

Аннотация. Рассматривается совместное влияние железной дороги и городской ТЭЦ на распределение тяжелых металлов в прилегающих к ним территориях. Отмечается влияние на загрязнение почвы тяжелых металлов, входящих в состав летучей золы тепловой электростанции. Показано, что основным загрязнителем придорожных зон является никель, появление которого принято связывать с накоплением попадавшего на техническую полосу железной дороги за все годы её эксплуатации составляющих электролита никель-кадмиевых аккумуляторов.

Ключевые слова: тяжелые металлы, придорожная зона, тепловая электростанция, загрязнения почв, полоса отвода железной дороги.

THE COMPLEX IMPACT OF THE RAILWAY AND THE HEAT STATION ON THE QUALITY OF URBAN SOIL

Zhuravleva Margarita A. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Higher Mathematics and Natural Sciences

Zubrev Nikolay I. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Higher Mathematics and Natural Sciences

Kokin Sergey M. – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor of the Department of Physics

Russian University of Transport (RUT (MIIT))

Abstract. The joint influence of the railway and the city thermal power plant on the distribution of heavy metals in the adjacent territories is considered. The influence of heavy metals, which are part of the fly ash of a thermal power plant, on soil pollution is noted. It is shown that the main pollutant of roadside zones is nickel, the appearance of which is usually associated with the accumulation of electrolyte leaks from nickel-cadmium batteries that have fallen into the technical lane of the railway over all the years of its operation.

Keywords: heavy metals, roadside zone, thermal power station, soil pollution, railway right-of-way.

Рассматривается комплексное воздействие ТЭЦ-11 и близлежащего отрезка линии главного хода Казанского направления железной дороги в Москве (ближайшая станция – платформа «Авиамоторная») на состояние загрязненности территории между этими объектами; сравниваются вклады этих объектов в общее загрязнение почвы.

Подобная задача актуальна для оценки экологической обстановки в мегаполисах, в которых состояние урбаноземов определяется одновременным воздействием сразу нескольких близко расположенных источников эмиссии загрязняющих веществ, что помогает разработке мероприятий с целью обеспечения безопасности в техносфере на межпроизводственных территориях.

В рамках данного исследования методом квадратов [1] через каждые 100 м проводился отбор проб почвы вдоль главного хода железной дороги в местах, расположенных на расстояниях 3 м, 50 м, 100 м и 200 м от оси крайнего пути. После соответствующей подготовки пробы анализировались на содержание металлов методом атомно-эмиссионного спектрального анализа, обеспечивающего необходимую точность измерений. На основе полученных данных определялись коэффициенты концентрации K_{Ci} металлов-загрязнителей ($K_{Ci} = C_i/C_{fi}$, где C_i – содержание конкретного металла в почве, C_{fi} – его среднее фоновое содержание), а также суммарный показатель загрязнения почвы

$$Z_C = \sum_{i=1}^n K_{Ci} - (n-1),$$

где n – число учитываемых металлов-загрязнителей [2].

Было установлено, что на обследованной территории в пробах грунта присутствуют свинец, цинк, никель, медь, кобальт, молибден и хром, ванадий. Отсутствует ртуть, локально встречается кадмий. Анализ значений Z_C показал, что загрязнение тяжелыми металлами на этой территории наиболее выражено в технической полосе железной дороги, почвогрунты которой можно отнести к «опасной» ($Z_C = 32 - 128$) и местами даже к «чрезвычайно опасной» ($Z_C > 128$) категориям. К «умеренно опасной» категории относятся почвогрунты, подвергающиеся одновременному воздействию загрязнителей от ТЭЦ-11 и пролегающей в этом районе автомобильной трассы Шоссе Энтузиастов.

Выявлено, что основным загрязнителем почвогрунтов на обследованной территории является никель, причём его максимальное содержание наблюдается в зоне, прилегающей к основному ходу железнодорожного пути (рисунок).

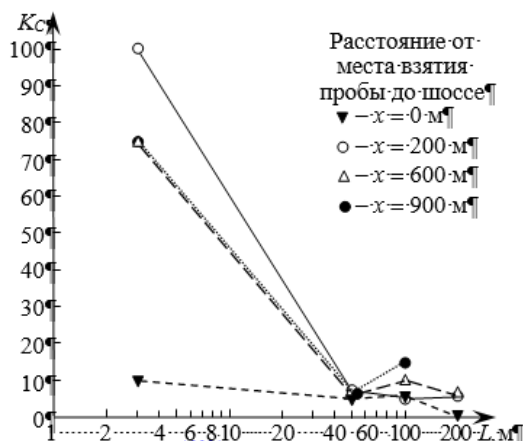


Рисунок – Значения коэффициента концентрации K_c никеля в почве на разных расстояниях L от железнодорожного полотна

С увеличением расстояния от железной дороги в сторону ТЭЦ-11 содержание никеля значительно уменьшается, однако даже на дистанции 200 м от главного хода железной дороги (то-есть посередине между ТЭЦ-11 и железнодорожным полотном) содержание никеля превышает фоновый уровень в 1,5–6 раз. Конечно, никель содержится в мазуте, который время от времени используется зимой как топливо на ТЭЦ-11, и его поступление в почву возможно в составе частиц золы, выбрасываемых тепловой станцией в атмосферу. Однако концентрация этого металла особенно велика в пробах, взятых непосредственно на полосе отвода железной дороги, и это говорит о том, что именно дорога даёт основной вклад в загрязнение почвогрунтов в этой зоне.

Ранее подобные исследования были проведены нами и в других местах, например, на участке «Покровско-Стрешнево – Ленинградская» Октябрьской железной дороги [3]. Результат оказался аналогичным: именно на участках полосы отвода было зафиксировано максимальное, существенно превышающее фоновое значение, содержание никеля в образцах грунта.

Для других металлов зависимость их концентрации в почве от расстояния до железнодорожного полотна оказалась менее выраженной. На наш взгляд это может быть связано как с тем, что эти металлы «поставляются» дорогой в меньшей степени, так и с тем, что существенным оказывается вклад в общую картину других близлежащих поставщиков загрязнений данными металлами – автотранспорта, промышленных предприятий, объектов коммунального хозяйства и т.д.

Исключение составляют отдельные участки железной дороги, на которых происходит повышенный износ пар колесо-рельс (например, – при торможении составов). На этих участках в почвогрунтах полосы отвода фиксируется повышенное содержание железа.

Таким образом, город, планируя работы по перепланировке территорий, перепрофилированию промзон, переносу железнодорожных ниток (в том числе – подъездных путей к ликвидируемым предприятиям), должен принимать во внимание повышенную опасность почвогрунтов, сформировавшихся вблизи железнодорожного полотна, и поэтому – принимать меры по их рекультивации. Следует помнить, что загрязнения могли накапливаться много десятков лет (причём само накопление могло идти с разной интенсивностью, в зависимости от предыстории территории и от того, какие технологические процессы в разное время приводили к её загрязнению). Что касается никеля, то его поступление в почву принято связывать с использованием в подвижном составе никелево-кадмиевых щелочных

аккумуляторов (на техническую полосу железной дороги попадают щелочные составляющие смазок и электролита) [4].

Полагаем, что по мере совершенствования подвижного состава и условий его эксплуатации поступление загрязнителей в почву вблизи железной дороги будет сводиться к минимуму, однако это не означает, что экологическая безопасность будет достигнута. Накопившиеся за многие годы в почвогрунтах, вымываемые водой, высыхающие, и затем разносимые ветром в виде пыли частицы соединений тяжёлых металлов могут существенно (и при этом ещё достаточно долго) влиять на ситуацию с заболеваемостью населения, работников прилегающих к дороге предприятий и самих железнодорожников. По-видимому, единственный способ приведения состояния таких территорий в норму – рекультивация почвы.

Список литературы

1. Макаров В.И. Агрохимический анализ почв (с сервисной программой обработки результатов лабораторных испытаний при проведении агрохимических анализов). – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2014. – 72 с. [Электронный ресурс]. – URL: http://portal.izhgsha.ru/docs/13042016_12758.pdf (дата обращения 10.10.2023).

2. МУ 2.1.7.730-99. Гигиеническая оценка качества почвы населённых мест. Методические указания – М.: Минздрав РФ, 1999. – 9 с.

3. Журавлева М.А., Зубрев Н.И., Кокин С.М. Загрязнение полосы отвода // Мир транспорта. – 2012. – № 3. – С. 112-118.

4. Журавлева М.А., Зубрев Н.И., Панфилова Н.И. и др. Влияние предприятий на распределение тяжелых металлов в санитарно-защитной зоне железнодорожной магистрали // Экология и промышленность России. – 2018. – Т. 22, № 2. – С. 52-57.

УДК 504.054:656

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЫЛЕПОДАВЛЕНИЯ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ СЫПУЧИХ ГРУЗОВ

Самойлов Вадим Вадимович – кандидат технических наук, доцент кафедры техносферной безопасности Российской открытой академии транспорта
ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта»

Аннотация. В данной статье представлены различные технологии пылеподавления, проведён анализ эффективности технологий пылеподавления, обоснован выбор лучшей технологии, которая сможет обеспечить комплексное решение вопроса пылеподавления.

Ключевые слова: уголь, пыль, угольная пыль, пылеподавление, перевозка, погрузочно-разгрузочные работы.

ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF DUST SUPPRESSION DURING TRANSPORTATION

Samoilov Vadim V. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Russian University of Transport (RUT (MIIT))

Abstract. This article presents various dust suppression technologies, analyzes the effectiveness of dust suppression technologies, and substantiates the choice of the best technology that can provide a comprehensive solution to the dust suppression issue.

Keywords: coal, dust, coal dust, dust suppression, transportation, loading and unloading.

Основной проблемой при погрузочно-разгрузочных работах на железнодорожном транспорте является пылеобразование. На сегодняшний день, постоянно растёт уровень добычи, хранения и перевозок углей. А также растёт технический уровень предприятий, осуществляющих добычу угля. В следствии этого растёт объём добычи угля на одного работника, что значительно повышает воздействие вредных и опасных факторов, действующих на данного работника. Поэтому вопрос пылеподавления является важным и актуальным на сегодняшний день. Зная преимущества и недостатки современных технологий пылеподавления, можно сделать вывод о том, что данные способы пылеподавления не дают ожидаемого результата, из-за быстрого испарения влаги с поверхности сыпучих грузов, а также из-за малой критического скорости сдувания пылевидного материала. Данный вопрос можно решить путём образования эластичной плёнки на поверхности угля, такую плёнку можно создать путём нанесения на поверхность угля пылесвязующего состава.

До тех пор, пока плёнка не будет разрушена, пылевыведение становится невозможным. Существуют различные технологии по предотвращению образования пыли. В таблице 1 представлен перечень наилучших доступных технологий для сокращения выбросов угольной пыли.

Таблица – Перечень наилучших доступных технологий для сокращения выбросов угольной пыли

№	Наименование технологий
1	Высаживание защитных лесных насаждений по периметру.
2	Пылеподавление орошением «для предотвращения пыления»
3	Пылеподавление орошением «для поглощения и осаждения пыли»
4	Аспирация организованных источников пыления
5	Системы пылеподавления пеной на конвейерах
6	Локальные ветрозащитные конструкции
7	Механическая и/или вакуумная уборка пыли с внутренних поверхностей технологических зданий и покрытий проездов и площадок
8	Ветрозащитные экраны терминалов
9	Организационно-технические мероприятия
10	Биологические технологии

Однако способность образовывать плёнку имеют только биологические и химические технологии. Одним из самых эффективных методов борьбы с угольной пылью является предварительное увлажнение угольного пласта. Данный метод повышает влажность и смачивает пыль, которая находится в трещинах путём нагнетания воды в массив до его разрушения, особенность данного метода в том, что он позволяет бороться с взмётыванием угольной пыли ещё до её контакта с окружающей средой.

Предварительное увлажнение позволяет снизить склонность угля к самовозгоранию, а также получить желаемый эффект за счёт ослабления массива угля (на 20-40 %), снижения газообильности. Основные параметры, от которых зависит эффективность данного способа – давление и темп нагнетания, расстояние между скважинами, глубина герметизации скважин, расход воды и время между нагнетанием воды и выемкой угля. В зависимости от различных свойств угольных пластов значения параметров будет меняться. Понижение запылённости воздуха при разработке увлажнённых массивов происходит в результате повышения общей влажности разрушаемого материала, его ослабления в результате физико-химических и гидродинамических процессов взаимодействия воды и массива и смачивания пыли, содержащихся в массиве до его разрушения [5].

«Мокрые методы» занимают важно место среди технологий пылеподавления. Широкое применение «мокрых» средств борьбы с угольной пылью (с применением воды и растворов

на водной основе) позволяет заметно снизить отрицательное влияние витающей пыли как на организм работников, так и на оборудование. Дальнейшее применение различных водных растворов во всей технологической цепочке значительно увеличивает эффективность систем орошения [6].

Самым распространенным «мокрым методом» является орошение, суть метода заключается в направленной подаче на объект распыленной воды. В процессе обеспыливающего орошения происходит увлажнение, а также связывание отложившейся или находящейся в отбитой горной массе пыли, улавливание и осаждение взвешенной пыли водяными каплями.

При пылеподавлении с применением орошения взвешенные частицы пыли сталкиваются с потоком быстро движущихся в воздухе капель воды, создаваемого специальными форсунками, увлажняются и под действием силы тяжести осаждаются (рисунок).

Выделяют несколько видов орошения: высоконапорное, низконапорное, пневмогидроорошение, водяные и туманообразующие завесы. Так же существуют форсуночные водяные и воздушно-водяные завесы.

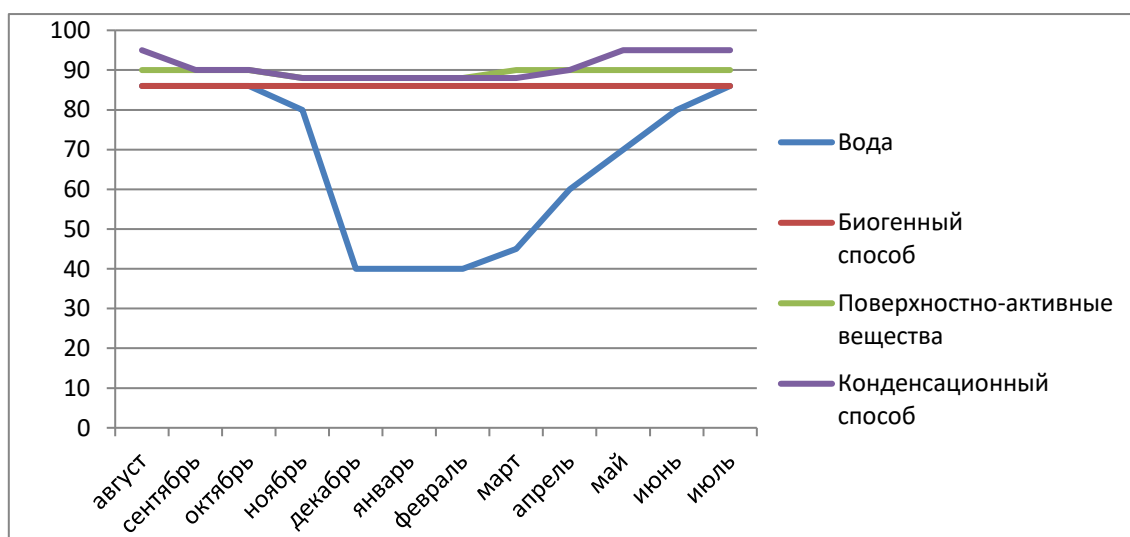


Рисунок – Сравнение различных технологий пылеподавления по эффективности

Анализ существующих технологий пылеподавления показывает, что они не в полной мере решают задачи улучшения условий труда и снижения риска заболевания.

Современным методом решения вопроса пылеподавления может стать биологический способ пылеподавления, который позволит повысить безопасность воздушной среды рабочей зоны и экологическую безопасность.

Список литературы

1. Нормативы времени на погрузочно-разгрузочные работы, выполняемые на железнодорожном, водном и автомобильном транспорте: в 2 ч. – М.: Экономика, 1987. – Ч.1. – 240 с.
2. Подображин С.Н. Повышение эффективности увлажнения угольных пластов для предотвращения пылеобразования // Безопасность труда в промышленности. – 2010. – № 6. – С. 28-30.
3. Попова Н.П., Кузнецов К.Б. Производственная санитария и гигиена труда на железнодорожном транспорте. – М.: УМЦ ЖДТ (Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте), 2013. – 664 с.
4. Пригородова Т.Н. Способы снижения запыленности воздушной среды при выполнении погрузо-разгрузочных работ на железнодорожном транспорте // Транспорт – 2014:

материалы Международной научно-практической конференции. – Ростов-на-Дону: РГУПС. – 2014. – Часть 4. – С. 54-56.

5. Пригородова Т.Н. Средства локализации пылевыведений от мест разгрузки транспортных средств // Инновации и исследования в транспортном комплексе: материалы I международной научно-практической конференции. – 2013. – С. 270-272.

6. Самойлов В.В., Сачкова О.С. Анализ и оценка требований экологической безопасности при перевозке угля в открытом подвижном составе железнодорожного транспорта // Проблемы безопасности российского общества. – 2020. – №4. – С. 15-18.

7. Самойлов В.В. Анализ результатов исследования пылеподавителя агломерирующего гидросорбционного эмульгатора по параметрам эффективности // Наука и техника транспорта. – 2021. – №4. – С. 90-93.

Сведения об авторах

Актерский Юрий Евгеньевич – доктор военных наук, профессор, профессор кафедры пожарной безопасности зданий и автоматизированных систем пожаротушения ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева.

196105, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149, aue2002@yandex.ru.

Андреюк Наталия Ростиславовна – младший научный сотрудник лаборатории проблем ресурсосбережения на транспорте ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук.

199178, Россия, Санкт-Петербург, 12 линия В.О., Kaminskyu@yandex.ru.

Белхароев Хаджимурад Уматгиреевич – кандидат юридических наук, доцент, доцент программы международной экономической безопасности Института мировой экономики и бизнеса Российского университета дружбы народов.

117198, Россия, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6, x101010x@yandex.ru.

Беспалько Сергей Валерьевич – доктор технических наук, профессор кафедры вагонов и вагонного хозяйства ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта».

127994, ГСП-4, г. Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9, bespalco@hotmail.ru.

Бобрик Петр Петрович – кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник лаборатории проблем организации транспортных систем ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук.

199178, Россия, Санкт-Петербург, 12 линия В.О., д. 13, Vobrikpp@mail.ru.

Богданова Наталья Ивановна – старший преподаватель кафедры аэропортов и авиоперевозок ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова.

196210, Россия, Санкт-Петербург, ул. Пилотов, д. 38, bogdanova1680@mail.ru.

Болдырева Татьяна Владимировна – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры экономической теории и менеджмента ФГАОУ Российская открытая академия транспорта Российского университета транспорта РУТ (МИИТ).

125315, Россия, Москва, Часовая 22/2, belka-ecopot@yandex.ru.

Васьков Виктор Тихонович – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории проблем безопасности транспортных систем ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук.

199178, Россия, Санкт-Петербург, 12 линия В.О., д. 13, uprds@gov.spb.ru.

Вислогузов Виктор Викторович – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории проблем безопасности транспортных систем проблем безопасности транспортных систем ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук.

199178, Россия, Санкт-Петербург, 12 линия В.О., д. 13, info@iptran.ru.

Власовец Екатерина Николаевна – начальник отдела аналитики ЗАО «Струнные технологии».

220089, Беларусь, г. Минск, ул. Железнодорожная, д. 33, e.vlasovets@unitsky.com.

Волков Александр Константинович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры обеспечения авиационной безопасности ФГБОУ ВО Ульяновский институт гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б.П. Бугаева.

432071, Россия, Ульяновск, ул. Можайского, 8/8, oabivauga@mail.ru.

Гладких Анатолий Афанасьевич – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры обеспечения авиационной безопасности ФГБОУ ВО Ульяновский институт гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б.П. Бугаева.

432071, Россия, Ульяновск, ул. Можайского, 8/8, oabivauga@mail.ru.

Еналеев Анвер Касимович – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник отдела прогнозирования развития транспортных систем (г. Москва) ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук.

199178, Россия, Санкт-Петербург, 12 линия В.О., д. 13, anver.en@gmail.com.

Гавкалюк Богдан Васильевич – доктор технических наук, доцент, начальник ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева.

196105, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149, rector@igps.ru.

Грачев Андрей Александрович – кандидат технических наук, доцент кафедры управления эксплуатационной работой ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I.

190031, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9, aagrachev@outlook.com.

Гуркин Степан Николаевич – аспирант 3 курса факультета подготовки кадров высшей квалификации ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева.

196105, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149, gurkanb@gmail.com.

Давыдов Алексей Михайлович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры физики им. П.Н. Лебедева ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта».

127994, ГСП-4, Россия, Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9, letterdam@mail.ru.

Дюк Вячеслав Анатольевич – доктор технических наук, главный научный сотрудник лаборатории интеллектуальных транспортных систем ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук.

199178, Россия, Санкт-Петербург, 12 линия В.О., д. 13, v_duke@mail.ru.

Журавлева Маргарита Анатольевна – кандидат технических наук, доцент кафедры высшей математики и естественных наук ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта».

127994, ГСП-4, Россия, Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9, crane_64@mail.ru.

Заббаров Зульфат Рифкатович – аспирант кафедры летной эксплуатации и безопасности полетов ФГБОУ ВО Ульяновский институт гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б.П. Бугаева; пилот ПАО «Аэрофлот – российские авиалинии».

119019, Россия, Москва, ул. Арбат, д. 1, zabbarovz@gmail.com.

Зубрев Николай Иванович – кандидат технических наук, доцент кафедры высшей математики и естественных наук ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта».

127994, ГСП-4, Россия, Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9, nZubrev@mail.ru.

Зябкин Александр Григорьевич – учредитель и генеральный директор ООО «Кузбасстрансмет».

654063, Россия, Кемеровская область – Кузбасс, г. Новокузнецк, ул. Рудокопровая (Центральный р-н), д. 42, ktm_zyabkin@mail.ru.

Зяблов Дмитрий Вячеславович – аспирант кафедры вагонов и вагонного хозяйства ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта».

127994, ГСП-4, Россия, Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9, zyablov21@yandex.ru.

Иванова Нина Дмитриевна – аспирант, ассистент кафедры управления и защиты информации; ассистент кафедры высшей математики ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта».

127994, ГСП-4, Россия, Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9, ivanovand.nina@yandex.ru.

Иванченко Вера Николаевна – доцент, доцент кафедры истории и управления персоналом ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова.

196210, Россия, Санкт-Петербург, ул. Пилотов, д.38, vera.ivanchenko2010@yandex.ru.

Каминский Валерий Юрьевич – кандидат технических наук, доцент, заведующий лабораторией проблем ресурсосбережения на транспорте ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук.

199178, Россия, Санкт-Петербург, 12 линия В.О., Kaminskyvu@yandex.ru.

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

транспорта, Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера ФИЦ Коми НЦ УрО РАН.
167982, Россия, Сыктывкар, ул. Коммунистическая, д. 26, translab@iespn.komisc.ru.

Кокин Сергей Михайлович – доктор физико-математических наук, профессор кафедры физики ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта».
127994, ГСП-4, Россия, Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9, kokin2@mail.ru.

Комов Михаил Сергеевич – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономической теории и менеджмента ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта»
125315, Россия, Москва, ул. Часовая, д. 22/2, стр. 1, аудитория 412, komovms@mail.ru

Коновалов Иван Николаевич – кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории проблем безопасности транспортных систем ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук.
199178, Россия, Санкт Петербург, 12 линия В.О., д. 13., info@iptran.ru.

Королев Андрей Валерьевич – кандидат экономических наук, доцент, старший научный сотрудник отдела экономических исследований транспортной деятельности, Белорусский научно-исследовательский институт транспорта «Транстехника».
220005, Беларусь, Минск, ул. Платонова, 22А, korandr@tut.by.

Королев Олег Александрович – кандидат технических наук, ученый секретарь ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук.
199178, Россия, Санкт Петербург, 12 линия В.О., д. 13., korolev@iptran.ru.

Король Максим Максимович – младший научный сотрудник лаборатории проблем организации транспортных систем ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук.
199178, Россия, Санкт Петербург, 12 линия В.О., д. 13., baspresso@gmail.com.

Кречетова Эмилия Владимировна – аспирант кафедры радиосвязи на морском флоте ФГБОУ ВО Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова.
198035, Россия, Санкт-Петербург, ул. Двинская, 5/7, emi.krechet@icloud.com.

Крылатов Александр Юрьевич – доктор физико-математических наук, профессор, профессор и заведующий кафедрой математической теории экономических решений Санкт-Петербургского государственного университета.
199178, Россия, Санкт-Петербург, 12 линия В.О., д. 13, a.krylatov@spbu.ru.
Ведущий научный сотрудник ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук.
199178, Россия, Санкт Петербург, 12 линия В.О., д. 13., a.krylatov@spbu.ru.

Кудряков Сергей Алексеевич – доктор технических наук, старший научный сотрудник, директор Научно-образовательного центра воздушного транспорта ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта».
127994, ГСП-4, Россия, Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9, psi_center@mail.ru.

Кулик Ольга Владимировна – ведущий аналитик отдела аналитики ЗАО «Струнные технологии».
220089, Беларусь, г. Минск, ул. Железнодорожная, д. 33, o.kulik@unitsky.com.

Латышева Наталия Александровна – кандидат философских наук, доцент, доцент кафедры экономической теории и менеджмента ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта».
125315, Россия, Москва, ул. Часовая, д. 22/2, стр. 1, аудитория 412, nalat59@mail.ru.

Лемешкова Алеся Валерьевна – младший научный сотрудник ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук.
199178, Россия, Санкт-Петербург, 12 линия В.О., д. 13, aleslemesh@mail.ru.

Ложкин Владимир Николаевич – доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, профессор кафедры пожарной, аварийно-спасательной техники и автомобильного хозяйства ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский

университет ГПС МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева.
196105, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149, vnlojkin@yandex.ru.
Локтев Алексей Алексеевич – доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой транспортного строительства ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта».
127994, ГСП-4, Россия, Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9, aaloktev@yandex.ru.
Лукомская Ольга Юрьевна – кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории интеллектуальных транспортных систем ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук.
199178, Россия, Санкт-Петербург, 12 линия В.О., д. 13, luol@mail.ru.
Доцент кафедры корабельных систем управления ФГАОУ ВО Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина) СПбГЭТУ «ЛЭТИ».
197376, Россия, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д.5, luol@mail.ru.
Малащук Пётр Александрович – кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории проблем транспорта, Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера ФИЦ Коми НЦ УрО РАН.
167982, Россия, Сыктывкар, Коммунистическая, дом 26, translab@iespn.komisc.ru.
Малыгин Геннадий Игоревич – кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории интеллектуальных транспортных систем ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук.
199178, Россия, Санкт-Петербург, 12 линия В.О., д. 13, malygin_dom@mail.ru.
Малыгин Игорь Геннадьевич – доктор технических наук, профессор, директор ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук.
199178, Россия, Санкт Петербург, 12 линия В.О., д. 13, malygin_com@mail.ru.
Маринов Марин Любенов – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории проблем безопасности транспортных систем ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук.
199178, Россия, Санкт-Петербург, 12 линия В.О., д. 13, marinlomsky@gmail.com.
Мартынов Виктор Леонидович – доктор технических наук, профессор кафедры радиосвязи на морском флоте ФГБОУ ВО Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова.
198035, Россия, Санкт-Петербург, ул. Двинская, 5/7, martynovvoenmeh@mail.ru.
Масленников Сергей Николаевич – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой управления работой флотом ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта».
630000, Россия, Новосибирск, ул. Щетинкина, д. 33, s.n.m@bk.ru.
Митько Арсений Валерьевич – кандидат технических наук, доцент.
Президент Арктической общественной академии наук;
Доцент ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева».
190005, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 19, arseny73@yandex.ru.
доцент Северо-Западного института управления – филиал РАНХиГС.
199178, Россия, Санкт-Петербург, Средний проспект В.О., д. 57/43, 199178
Михалевич Игорь Феодосьевич – кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник кафедры управления и защиты информации ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта».
127994, ГСП-4, Россия, Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9, mijf-orel@mail.ru.
Мотыженкова Марина Георгиевна – аспирант кафедры пожарной безопасности зданий и автоматизированных систем пожаротушения ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский

университет ГПС МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева.

Главный специалист отдела ОТ, ПБ и ООС ООО «Новаэнерджис».

196105, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149, marina_botova@mail.ru.

Муксимова Роза Равилевна – кандидат технических наук, доцент, заместитель директора Научно-образовательного центра воздушного транспорта ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта»

127994, ГСП-4, Россия, Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9, rose.r.mux@gmail.com.

Мявлина Нурзидя Жаферовна – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры экономической теории и менеджмента Российская открытая академия транспорта ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта».

125315, Россия, Москва, ул. Часовая, д. 22/2, стр. 1, аудитория 412, nurzidy@mail.ru.

Овсянников Владислав Михайлович – доктор технических наук, профессор ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта».

127994, ГСП-4, Россия, Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9, ovsyannikovvm@yandex.ru.

Павлова Анна Николаевна – старший преподаватель кафедры экономики, финансов и управления на транспорте ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта».

127994, ГСП-4, Россия, Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9, advokat-k@yandex.ru.

Панова Марина Вячеславовна – заместитель директора Федерального учебно-методического центра в области эксплуатации беспилотных авиационных систем Академии гражданской авиации, ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта»

127994, ГСП-4, Россия, Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9, mvranova@yandex.ru.

Панько Юлия Владимировна – кандидат экономических наук, доцент, и.о. заведующего кафедрой экономической теории и менеджмента ФГАОУ Российская открытая академия транспорта ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта».

125315, Россия, Москва, ул. Часовая, д. 22/2, стр. 1, аудитория 412, panko_iulia@bk.ru.

Папырин Владимир Владимирович – кандидат юридических наук, начальник отдела перспективных разработок и инновационных технологий в НИИ перспективных исследований и инновационных технологий в области безопасности жизнедеятельности, полковник внутренней службы ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева.

196105, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149, papurin.v.v@mail.ru.

Парфенов Антон Русланович – ассистент ФГАОУ ВО Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина) СПбГЭТУ «ЛЭТИ».

197376, Россия, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д.5, luol@mail.ru.

Рубцов Евгений Андреевич – кандидат технических наук, заместитель директора Академии гражданской авиации ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта».

127994, ГСП-4, Россия, Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9, Rubtsov.rut.miit@yandex.ru.

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

199178, Россия, Санкт-Петербург, 12 линия В.О., д. 13, ssavushkin@mail.ru.

Самойлов Вадим Вадимович – кандидат технических наук, доцент кафедры техносферной безопасности Российской открытой академии транспорта ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта».

127994, ГСП-4, Россия, Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9, vad6070@mail.ru.

Серба Елизавета Станиславовна – начальник Сектора проектной деятельности Комитета Санкт-Петербурга по делам Арктики.

191060, Россия, Санкт-Петербург, Смольный проезд, д. 1, литера Б, serba@arkt.gov.spb.ru.

Сертакова Евгения Николаевна – старший преподаватель кафедры экономики, финансов и управления на транспорте ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта». 127994, ГСП-4, Россия, Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9, sertakova1@yandex.ru.

Сидоров Владимир Константинович – научный сотрудник ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева.

196105, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149, arseny73@yandex.ru.

Синицын Михаил Геннадьевич – кандидат технических наук, доцент кафедры управления работой флота ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта».

630000, Россия, Новосибирск, ул. Щетинкина, д. 33, Mihail_sinitsyn@mail.ru.

Скороходов Дмитрий Алексеевич – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории проблем безопасности транспортных систем ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук.

199178, Россия, Санкт-Петербург, 12 линия В.О., д. 13, skorohodda@mail.ru.

Скодтаев Сослан Владиславович – старший научный сотрудник отдела экспертизы пожаров и организации подготовки экспертов ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева.

196105, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149, ugps.ssv@mail.ru.

Стариченков Алексей Леонидович – доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой корабельных систем управления ФГАОУ ВО Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина) СПбГЭТУ «ЛЭТИ».

197376, Россия, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д.5, allstar72@mail.ru.

Сундуков Евгений Юрьевич – кандидат экономических наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории проблем транспорта Института социально-экономических и энергетических проблем Севера ФИЦ Коми НЦ УрО РАН.

167982, Россия, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, д. 26, translab@iespn.komisc.ru.

Сычев Вячеслав Петрович – доктор технических наук, профессор кафедры транспортного строительства ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта».

127994, ГСП-4, Россия, Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9, vp@vpm770.ru.

Сычев Петр Вячеславович – кандидат технических наук, генеральный директор ООО «Вагонпутьмашпроект».

107076, Россия, Москва, Колодезный пер, д. 3 стр. 25, info@vagonputmash.ru.

Сычева Анна Вячеславовна – кандидат технических наук, доцент кафедры зданий и сооружений на транспорте ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта».

127994, ГСП-4, Россия, Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9, anna@vpm770.ru.

Тарабукина Надежда Андреевна – старший инженер лаборатории проблем транспорта Института социально-экономических и энергетических проблем Севера ФИЦ Коми НЦ УрО РАН.

167982, Россия, Сыктывкар, ул. Коммунистическая, д. 26, nadandtar@mail.ru.

Таранцев Александр Алексеевич – доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией проблем безопасности транспортных систем ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук.

199178, Россия, Санкт-Петербург, 12 линия В.О., д. 13, t__54@mail.ru.

Терехин Сергей Николаевич – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры пожарной безопасности зданий и автоматизированных систем пожаротушения ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева.

196105, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149, gyrkin6@gmail.com.

Тешева Полина Дмитриевна – старший преподаватель кафедры аэропортов и авиоперевозок ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова.

196210, Россия, Санкт-Петербург, ул. Пилотов, д. 38, trd-84aga@mail.ru.

Третьяков Александр Анатольевич – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник отдела перспективных разработок и инновационных технологий в НИИ перспективных исследований и инновационных технологий в области безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева.

196105, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149, alextre1973@mail.ru.

Уласюк Татьяна Георгиевна – аспирант кафедры обеспечения авиационной безопасности, старший преподаватель кафедры обеспечения авиационной безопасности ФГБОУ ВО Ульяновский институт гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б.П. Бугаева.

432071, Россия, Ульяновск, ул. Можайского, 8/8, oabivauga@mail.ru.

Флегонтов Александр Владимирович – доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой информационных систем Института информационных технологий и технологического образования ФГБОУ ВО «Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена».

191186, Россия, Санкт-Петербург, набережная реки Мойки, д. 48, flegontoff@yandex.ru.

Фомина Ирина Валерьевна – научный сотрудник лаборатории проблем транспорта, Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера ФИЦ Коми НЦ УрО РАН.

167982, Россия, Сыктывкар, ул. Коммунистическая, д. 26, translab@iespn.komisc.ru.

Хасая Радмир Рюрикович – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории проблем ресурсосбережения на транспорте ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук.

199178, Россия, Санкт-Петербург, 12 линия В.О., д. 13, info@iptran.ru.

Чистый Юрий Антонович – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой зданий и сооружений на транспорте ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта».

127994, ГСП-4, Россия, Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9, yura.chisty@yandex.ru.

Цыганов Владимир Викторович – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник, и.о. заведующего отделом прогнозирования развития транспортных систем ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук.

199178, Россия, Санкт-Петербург, 12 линия В.О., 13, v188958@akado.ru.

Шаманов Виктор Иннокентьевич – доктор технических наук, профессор кафедры автоматизации, телемеханики и связи на железнодорожном транспорте ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта».

127994, ГСП-4, Россия, Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9, shamanov_vi@mail.ru.

Академик Российской академии транспорта.

107078, Россия, Москва, ул. Маши Порываевой, д. № 34, этаж 11, помещение 4 (комната №4А), shamanov_vi@mail.ru.

Шанчук Алина Сергеевна – ведущий аналитик отдела аналитики ЗАО «Струнные технологии».

220089, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Железнодорожная, д. 33, a.shanchuk@unitsky.com.

Шиманская Марианна Станиславовна – аспирант кафедры радиосвязи на морском флоте ФГБОУ ВО Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова.

198035, Россия, Санкт-Петербург, ул. Двинская, 5/7, *shimanskii@inbox.ru*.
Ассистент кафедры информатики ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский
государственный архитектурно-строительный университет.

190005, Россия, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., 4, *shimanskii@inbox.ru*.

Шутов Иван Николаевич – кандидат педагогических наук, доцент, преподаватель
Санкт-Петербургского техникума железнодорожного транспорта – структурного
подразделения ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I.

191040, Россия, Санкт-Петербург, Бородинская ул., д. 6, *shutov@sptgt.ru*.

Юницкий Анатолий Эдуардович – доктор философии транспорта, председатель
Совета директоров, генеральный конструктор ЗАО «Струнные технологии», ООО
«Астроинженерные технологии».

220089, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Железнодорожная, д. 33, *a@unitsky.com*.

Якунчиков Владимир Владимирович – кандидат технических наук, доцент, доцент
кафедры водных путей, портов и портового оборудования ФГАОУ ВО «Российский
университет транспорта».

127994, ГСП-4, Россия, Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9, *shneider1969@mail.ru*;

Директор Научно-образовательного центра морского, внутреннего водного
транспорта и технологий автономного судовождения (НОЦ МВВТуТАС).

115407, Россия, Москва, ул. Судостроительная, д. 44, стр. 1, *shneider1969@mail.ru*.

Яшин Михаил Геннадьевич – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры
восстановления устройств автоматики, телемеханики и связи на железных дорогах
Военного института Железнодорожных войск и военных сообщений ФГБКВУВО Военная
академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева.

198504, Россия, Санкт-Петербург, Петергоф, ул. Суворовская, д. 1, *maikl771@bk.ru*.

Information about authors

Acterski Yuri E. – professor, doctor of military sciences, professor of the department of fire
safety of buildings and automated fire extinguishing systems St. Petersburg University of State Fire
Service of EMERCOM of Russia.

Moskovskiy Ave., 149, St. Petersburg, 196105, Russian Federation, *ae2002@yandex.ru*.

Andreyuk Natalia R. – Junior Researcher of Resource saving in transport at Solomenko
Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences.

12-th Line VO, 13, St. Petersburg, 199178, Russian Federation, *Kaminskyvy@yandex.ru*.

Belkharoev Khadzhimurad U. – Ph.D., Belkharoev Khadzhimurad U. – Ph.D., Associate
Professor of program of International Economic Security Institute of World Economy and Business
at the Peoples' Friendship University of Russia.

Miklukho-Maklaya str., 6, Moscow, 117198, Russian Federation, *x101010x@yandex.ru*.

Bespalko Sergey V. – PhD in Technical Sciences, Professor at the Russian university of
transport (МИИТ).

Obraztsova str., 9, building 9, GSP-4, Moscow, 127994, Russian Federation, *besp-
alco@yandex.ru*.

Bobrik Petr P. – Ph.D., Senior Researcher of Laboratory of the organization of transport
systems, Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences.

12-th Line VO, 13, St. Petersburg, 199178, Russian Federation, *Bobrikpp@mail.ru*.

Bogdanova Natalia Iv. – Senior lecturer of the Department of «Airports and Air
Transportation» at the St. Petersburg State University of Civil Aviation.

Pilotov str., 38, St. Petersburg, 196210, Russian Federation, *bogdanova1680@mail.ru*.

Boldyreva Tatiana V. – PhD in economics, Associate Professor of the Economic Theory and
Management Department Russian open Academy of Transport the Russian University of Transport
(МИИТ).

Chasovaya str., 22/2, building 1, room 412, Moscow, 125315, Russian Federation, belka-econom@yandex.ru.

Chisty Yuri An. – Candidate of Technical Sciences, Head of the Department of Buildings and Structures in Transport at the Russian University of Transport (RUT (MIIT)).

Obraztsova str., 9, building 9, GSP-4, Moscow, 127994, Russian Federation, yura.chisty@yandex.ru.

Davydov Alexey M. – Ph.D. (Engineering), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Physics named after P.N. Lebedev at the Russian University of Transport (RUT (MIIT)).

Obraztsova str., 9, building 9, GSP-4, Moscow, 127994, Russian Federation, letterdam@mail.ru.

Duke Vyacheslav An. – Dr.Sci.Tech, chief researcher of the Laboratory of Intelligent Transport Systems at Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences. 12-th Line VO, 13, St. Petersburg, 199178, Russian Federation, v_duke@mail.ru.

Enaleev Anver K. – PhD, Leading Researcher of the Department for Forecasting the Transport Systems Development (Moscow) at Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences.

12-th Line VO, 13, St. Petersburg, 199178, Russian Federation, anver.en@gmail.com.

Flegontov Alexander V. – D.Sc., Professor, Head of the Department of Information Systems of the Institute of Information Technologies and Technological Education of the Herzen State Pedagogical University.

48 Moika River Emb., St. Petersburg, 191186, Russian Federation, flegontoff@yandex.ru.

Fomina Irina V. – Researcher of the Laboratory of transport problem, Institute of social-economic and energy problems in the North of Federal Research Center of Komi Science Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences.

Kommunisticheskaya str., 26, Syktyvkar, 167982, Russian Federation, translab@iespn.komisc.ru.

Gavkalyuk Bogdan V. – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the St. Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia

Moskovskiy Ave., 149, St. Petersburg, 196105, Russian Federation, rector@igps.ru.

Gladkikh Anatoly A. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Aviation Security, Ulyanovsk Civil Aviation Institute.

Mozhaisky Street, 8/8, Ulyanovsk, 432071, Russian Federation, oabuvauga@mail.ru.

Grachev Andrey A. – Ph.D. (Tsc), Associate Professor of Train Traffic Operation Department Emperor Alexander I St. Petersburg state transport university.

Moskovskiy Ave., 9, St. Petersburg, 190031, Russian Federation, aagrachev@outlook.com.

Gurkin Stepan N. – postgraduate student of the Faculty of Training highly qualified personnel Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.

Moskovskiy Ave., 149, St. Petersburg, 196105, Russian Federation, gyrkin6@gmail.com.

Ivanchenko Vera N. – Associate Professor, Associate Professor of the Department of History and Personnel Management at the Saint Petersburg State University of Civil Aviation.

Pilotov str., 38, St. Petersburg, 192210, Russian Federation, vera.ivanchenko2010@yandex.ru.

Ivanova Nina D. – PhD student, assistant lecturer at the Russian University of Transport (RUT (MIIT)).

Obraztsova str., 9, building 9, GSP-4, Moscow, 127994, Russian Federation, ivanovand.nina@yandex.ru.

Kaminsky Valery Y. – PhD in Engineering Science, Associate Professor, Head of the Laboratory of Resource saving in transport at Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences.

12-th Line VO, 13, St. Petersburg, 199178, Russian Federation, Kaminskyvy@yandex.ru.

Khasaya Radmir R. – PhD (Eng.), leading researcher Laboratory of Resource Saving in Transport at Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences.

12-th Line VO, 13, St. Petersburg, 199178, Russian Federation, info@iptran.ru.

Kiselenko Anatoliy N. – D.Sc. (Eng.), D.Sc. (Econ.), Professor, Chief Researcher, Head of the Laboratory of transport problem, Institute of social-economic and energy problems in the North of Federal Research Center of Komi Science Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences.

Kommunisticheskaya str., 26, Syktyvkar, 167982, Russian Federation, translab@iespn.komisc.ru.

Kokin Sergey M. – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor of the Department of Physics at the Russian university of transport (MIIT).

Obraztsova str., 9, building 9, GSP-4, Moscow, 127994, Russian Federation, kokin2@mail.ru.

Komov Mikhail S. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Economic Theory and Management at the Russian university of transport (MIIT).

Chasovaya str., 22/2, building 1, room 412, Moscow, 125315, Russian Federation, komovms@mail.ru.

Konovalov Ivan N. – PhD (Eng.), senior research scientist Laboratory of Transport Systems Security Problems at Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences.

12-th Line VO, 13, St. Petersburg, 199178, Russian Federation, info@iptran.ru.

Korol Maksim M. – Junior Researcher of Laboratory of the organization of transport systems, Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences.

12-th Line VO, 13, St. Petersburg, 199178, Russian Federation, baspresso@gmail.com.

Korolev Andrey V. – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Senior Researcher at the Department of Economic Research of Transport Activities Belarusian Research Institute of Transport «Transtekhnika».

Platonova st., 22A, Minsk, 220005, Belarus, korandr@tut.by.

Korolev Oleg A. – PhD (Eng), scientific secretary at Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences.

12-th Line VO, 13, St. Petersburg, 199178, Russian Federation, korolev@iptran.ru.

Krechetova Emilia V. – postgraduate student of Maritime Radio communication department at the Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping.

Dvinskaya 5/7, St. Petersburg 198035, Russian Federation, emi.krechet@icloud.com.

Krylatov Alexander Y. – Professor of St. Petersburg State University, Leading Researcher at Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences.

12-th Line VO, 13, St. Petersburg, 199178, Russian Federation, a.krylatov@spbu.ru.

Kudryakov Sergey A. – Doctor of Technical Sciences, Director of Scientific and Educational Center of Air Transport at the Russian university of transport (MIIT).

Obraztsova str., 9, building 9, GSP-4, Moscow, 127994, Russian Federation, psi_center@mail.ru.

Kulik Olga Vl. – leading analyst of the analytics department String Technologies, Inc.

Zheleznodorozhnaya str., 33, Minsk, 220089, Republic of Belarus, a@unitsky.com.

Latysheva Natalia Al. – Candidate of Philosophy, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Economic Theory and Management at the Russian university of transport (MIIT).

Chasovaya str., 22/2, building 1, room 412, Moscow, 125315, Russian Federation, nalat59@mail.ru.

Lemeshkova Alesya V. – Junior Researcher of the department for forecasting the development of transport systems at Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences.

12-th Line VO, 13, St. Petersburg, 199178, Russian Federation, aleslemesh@mail.ru.

Loktev Alexey Al. – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Head of the Department of Transport Construction at the Russian University of Transport (RUT (MIIT)).

Obraztsova str., 9, building 9, GSP-4, Moscow, 127994, Russian Federation, aaloktev@yandex.ru.

Lozhkin Vladimir N. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of fire, rescue equipment and automobile economy at the St. Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia.

Moskovskiy Ave., 149, St. Petersburg, 196105, Russian Federation, vnlojkin@yandex.ru.

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

12-th Line VO, 13, St. Petersburg, 199178, Russian Federation, luol@iptran.ru.

Associate Professor of the Department Ship Control Systems at Saint-Petersburg Electrotechnical University “LETI”.

Professor Popov str., 5, St. Petersburg, 197022, Russian Federation, luol@iptran.ru.

Malashuk Petr A. – Ph. D. (Eng.), Senior Researcher of the Laboratory of transport problem, Institute of social-economic and energy problems in the North of Federal Research Center of Komi Science Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences.

Kommunisticheskaya str., 26, Syktyvkar, 167982, Russian Federation, translab@iespn.komisc.ru.

Malygin Gennady Igorevich – Ph.D., Senior Researcher of Laboratory of intelligent transport systems of the Russian Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences

12-th Line VO, 13, St. Petersburg, 199178, Russian Federation, malygin_dom@mail.ru.

Malygin Igor G. – Dr. Sci. (Eng), Professor, Director of the Solomenko institute of transportation problems of the Russian academy of sciences.

12-th Line VO, 13, St. Petersburg, 199178, Russian Federation, malygin_com@mail.ru.

Marinov Marin L. – Ph.D., Leading Researcher at the laboratory of Safety Problems in Transportation systems at Solomenko institute of transportation problems of the Russian academy of sciences.

12-th Line VO, 13, St. Petersburg, 199178, Russian Federation, marinlomsy@gmail.com.

Martynov Viktor L. – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Radio Communications in the Navy at the Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping.

Dvinskaya 5/7, St. Petersburg, 198035, Russian Federation, martynovvoenmeh@mail.ru.

Maslennikov Sergey N. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Fleet Management at the Siberian State University of Water Transport.

33, Schetinkina str., Novosibirsk, 630000, Russian Federation, s.n.m@bk.ru.

Mikhalevich Igor F. – PhD in Engineering sciences, Associate Professor, Senior Researcher at the Russian University of Transport (RUT (MIIT)).

Obraztsova str., 9, building 9, GSP-4, Moscow, 127994, Russian Federation, mif-orel@mail.ru.

Mitko Arseniy V. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor.

President of the Arctic Public Academy of Sciences;

Associate Professor at the St. Petersburg Research Institute of Metrology named after D.I. Mendeleev.

Moskovskiy Ave., 19, St. Petersburg, 190005, Russian Federation, arseny73@yandex.ru.

Associate Professor at the Northwestern Institute of Management RANE and PA

57/43, Sredny prospect VO, St. Petersburg, 199178, Russian Federation, arseny73@yandex.ru.

Motyzhenkova Marina G. – Postgraduate Student of the Department of Fire safety of Buildings and Automated Fire Extinguishing Systems at the Saint-Petersburg University of state fire service of EMERCOM of Russia.

Chief specialist of HSE department at the Nova Energies LCC.

Moskovskiy Ave., 149, St. Petersburg, 196105, Russian Federation, marina_botova@mail.ru.

Muksimova Rosa R. – PhD in Engineering, Associate Professor, Deputy of Scientific and Educational Center of Air Transport Director at the Russian university of transport.

Obraztsova str., 9, building 9, GSP-4, Moscow, 127994, Russian Federation, rose.r.mux@gmail.com.

Myavlina Nurzidya Z. – PhD in economics, associate Professor of the Economic Theory and Management Department? Russian open Academy of Transport the Russian University of Transport (MIIT).

Chasovaya str., 22.2, Moscow, 125315, Russian Federation, nurzidy@mail.ru.

Ovsyannikov Vladislav M. – Doctor of Technical Sciences, Professor at the Russian university of transport.

Obraztsova str., 9, building 9, GSP-4, Moscow, 127994, Russian Federation, ovsyannikovvm@yandex.ru

Panko Iuliia V. – PhD in economics, associate Professor, acting Head of the Department of the Economic Theory and Management Department Russian open Academy of Transport the Russian University of Transport (MIIT).

Chasovaya str., 22/2, building 1, room 412, Moscow, 125315, Russian Federation, panko_iuliia@bk.ru.

Panova Marina V. – Deputy Director of the Federal Educational and Methodological Center in the field of operation of unmanned aircraft systems of the Academy of Civil Aviation, Russian university of transport.

Obraztsova str., 9, building 9, GSP-4, Moscow, 127994, Russian Federation, mypanova@yandex.ru.

Papyrin Vladimir V. – Candidate of Law, Head of the Department of Advanced Developments and Innovative Technologies in the OBZH NIPI, Colonel of the Internal Service in the St. Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia.

Moskovsky Ave., 149, St. Petersburg, 196105, Russian Federation, papyrin.v.v@mail.ru.

Parfenov Anton R. – assistant at the Saint-Petersburg Electrotechnical University “LETI”.

Professor Popov str., 5, St. Petersburg, 197022, Russian Federation, luol@iptran.ru.

Pavlova Anna N. – Senior Lecturer of the Department of Economics, Finance and Transport Management at the Russian University of Transport (RUT (MIIT)).

Obraztsova str., 9, building 9, GSP-4, Moscow, 127994, Russian Federation, advokat-k@yandex.ru.

Rubtsov Evgeny A. – PhD in Engineering, deputy director of the Academy of civil aviation at the Russian university of transport (MIIT).

Obraztsova str., 9, building 9, GSP-4, Moscow, 127994, Russian Federation, Rubtsov.rut.miit@yandex.ru.

Samoilov Vadim V. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Russian University of Transport (RUT (MIIT)).

Obraztsova str., 9, building 9, GSP-4, Moscow, 127994, Russian Federation, vad6070@mail.ru.

Savushkin Sergey A. – Ph.D. (math.), Leading Researcher of Moscow department of the department for forecasting the development of transport systems at Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences.

12-th Line VO, 13, St. Petersburg, 199178, Russian Federation, ssavushkin@mail.ru.

Serba Elizaveta S. – Head of the Sector of project activity of St. Petersburg Committee for Arctic Affairs.

Smolniiy dr., 1, letter B, St. Petersburg, 191060, Russian Federation, serba@arkt.gov.spb.ru.

Sertakova Evgeniya N. – Senior lecturer Department of Economics, Finance and Transport Management at the Russian University of Transport (RUT (MIIT)).

Obraztsova str., 9, building 9, GSP-4, Moscow, 127994, Russian Federation, sertakova1@yandex.ru.

Shamanov Victor I. – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Automation, Telemechanics and Communication in Railway Transport at the Russian University of Transport (RUT (MIIT)).

Obraztsova str., 9, building 9, GSP-4, Moscow, 127994, Russian Federation, shamanov_vi@mail.ru.

Academician of the Russian Academy of Transport.

Masha Poryvaeva str., building 34, floor 11, Moscow, 107078, Russian Federation, shamanov_vi@mail.ru/

Shanchuk Alina S. – Leading Analyst of the analytics department of Unitsky String Technologies Inc.

Zheleznodorozhnaya str., 33, Minsk, 220089, Republic of Belarus, a.shanchuk@unitsky.com.

Shimanskaya Marianna S. – postgraduate student of Maritime Radio communication department at the Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping.

Dvinskaya 5/7, St. Petersburg 198035, Russian Federation, shimanskii@inbox.ru.

Assistant of the Department of Computer Science at the Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering.

2nd Krasnoarmeyskaya str., 4, St. Petersburg, 190005, Russian Federation, shimanskii@inbox.ru.

Shutov Ivan N. – PhD, Associate Professor, Lecturer railway College vocational-technical school Emperor Alexandr I Petersburg State Transport University.

Borodinskaya str., 6, St. Petersburg, 191040, Russian Federation, shutov@sptgt.ru.

Sidorov Vladimir K. – Researcher Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.

Moskovsky Ave., 149, St. Petersburg, 196105, Russian Federation, arseny73@yandex.ru.

Sinitsyn Mikhail G. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Fleet Management at the Siberian State University of Water Transport.

33, Schetinkina str., Novosibirsk, 630000, Russian Federation, Mihail_sinitsyn@mail.ru.

Skorokhodov Dmitry A. – Doctor of Technical Sciences, Professor at Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences.

12-th Line VO, 13, St. Petersburg, 199178, Russian Federation, skorhodda@mail.ru.

Skodtaev Soslan V. – Leading Researcher of Department of Fire Expertise of Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia.

Moskovsky Ave., 149, St. Petersburg, 196105, Russian Federation, ugps.ssv@mail.ru.

Starichenkov Alexey L. – Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor, Head of department of the Department Ship Control Systems at Saint-Petersburg Electrotechnical University “LETI”.

Professor Popov str., 5, St. Petersburg, 197022, Russian Federation, allstar72@mail.ru.

Sundukov Evgenii Yu. – senior researcher of the Laboratory of transportation problems, Institute of socio-economic and energy problems of the North of Federal research center Komi scientific center of the Ural branch of the Russian Academy of Sciences.

Kommunisticheskaya str., 26, Syktyvkar, 167982, Russian Federation, translab@iespn.komisc.ru

Sychev Petr V. – Candidate of Technical Sciences, General Director at the Vagonputmashproekt LLC.

Kolodezny lane, 3 building 25, Moscow, 107076, Russian Federation, info@vagonputmash.ru.

Sychev Vyacheslav P. – Doctor of Technical Sciences, Professor at the Russian University of Transport (RUT (MIIT)).

Obraztsova str., 9, building 9, GSP-4, Moscow, 127994, Russian Federation, vp@vpm770.ru.

Sycheva Anna V. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Building and Structures in Transport at the Russian University of Transport (RUT (MIIT)).

Obraztsova str., 9, building 9, GSP-4, Moscow, 127994, Russian Federation, anna@vpm770.ru.

Tarabukina Nadezhda A. – Senior Engineer of the Laboratory of transportation problems, Institute of socio-economic and energy problems of the North of Federal research center Komi scientific center of the Ural branch of the Russian Academy of Sciences.

Kommunisticheskaya str., 26, Syktyvkar, 167982, Russian Federation, nadandtar@mail.ru.

Tarantsev Alexander A. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Laboratory of Safety Problems of Transport Systems at the Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences.

12-th Line VO, 13, St. Petersburg, 199178, Russian Federation, t__54@mail.ru.

Terehin Sergey N. – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Fire safety of Buildings and Automated Fire Extinguishing Systems Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.

Moskovskiy Ave., 149, St. Petersburg, 196105, Russian Federation, gyrkin6@gmail.com.

Tesheva Polina D. – Senior lecturer of the Department of «Airports and Air Transportation» St. Petersburg State University of Civil Aviation.

Pilotov str., 38, St. Petersburg, 192210, Russian Federation, tpd-84aga@mail.ru.

Tretyakov Alexander A. – Ph.D., Leading Researcher of the Department of Advanced Developments and Innovative Technologies at Life Safety Research Institute at the St. Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia.

Moskovskiy Ave., 149, St. Petersburg, 196105, Russian Federation, alextre1973@mail.ru.

Tsyganov Vladimir V. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Chief Researcher, Acting Head of the Department for forecasting the development of transport systems at the Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences.

12-th Line VO, 13, St. Petersburg, 199178, Russian Federation, v188958@akado.ru.

Ulasyuk Tatiana G. – Postgraduate student of the Department of Aviation Security, Senior Lecturer of the Department of Aviation Security, Ulyanovsk Civil Aviation Institute.

Mozhaisky Street, 8/8, Ulyanovsk, 432071, Russian Federation, oabuvauga@mail.ru.

Unitsky Anatoli E. – Chairman of the Board of Directors, general design engineer, Unitsky String Technologies, Inc, Astroengineering technologies LLC.

Zheleznodorozhnaya str., 33, Minsk, 220089, Republic of Belarus, a@unitsky.com.

Vas'kov Viktor T. - Ph.D., Leading Researcher of the Laboratory of Safety Problems of Transport Systems at the Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences.

12-th Line VO, 13, St. Petersburg, 199178, Russian Federation, uprds@gov.spb.ru.

Visloguzov Victor V. – Ph.D., Leading Researcher of the Laboratory of Safety Problems of Transport Systems at the Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Sciences.

12-th Line VO, 13, St. Petersburg, 199178, Russian Federation, info@iptran.ru.

Vlasovets Ekaterina N. – Head of the analytics department String Technologies, Inc.

Zheleznodorozhnaya str., 33, Minsk, 220089, Republic of Belarus, a@unitsky.com.

Volkov Alexander K. – Ph.D., Assistant Professor, Assistant Professor at the Department of ensuring aviation security, Ulyanovsk Civil Aviation Institute.

Mozhaisky Street, 8/8, Ulyanovsk, 432071, Russian Federation, oabuvauga@mail.ru.

Yakunchikov Vladimir V. – PhD in Engineering sciences, Associate Professor at the Russian University of Transport (RUT (MIIT)).

Obraztsova str., 9, building 9, GSP-4, Moscow, 127994, Russian Federation, shneider1969@mail.ru;

Director of the Scientific and Educational Center for Maritime, Inland Water Transport and Autonomous Navigation Technologies.

Sudostroitel'naya str., 44, building 1, Moscow, 115407, Russian Federation, shneider1969@mail.ru.

Yashin Mikhail G. – *Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department Restoration of automation devices, telemechanics and communications on Railways at Military Institute of Railway Troops and Military Transport of Khrulev Military Academy of Logistics.*

Suvorovskaya str., 1, St. Petersburg, Peterhof, 199034, Russian Federation, maikl771@bk.ru.

Zabbarov Zulfat R. – *Postgraduate Student at the Department of flight operation and flight safety, Ulyanovsk Civil Aviation Institute; Pilot, PJSC «Aeroflot – Russian Airlines».*

St. Arbat, 1, Moscow, 119019, Russian Federation, zabbarovz@gmail.com.

Zhuravleva Margarita A. – *Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Higher Mathematics and Natural Sciences at the Russian university of transport (MIIT).*

Obraztsova str., 9, building 9, GSP-4, Moscow, 127994, Russian Federation, crane_64@mail.ru.

Zubrev Nikolay I. – *Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Higher Mathematics and Natural Sciences at the Russian university of transport (MIIT).*

Obraztsova str., 9, building 9, GSP-4, Moscow, 127994, Russian Federation, nZubrev@mail.ru.

Zyabkin Alexander G. – *founder and general director of Kuzbasstransmet LLC.*

Rudokoprovaya str. (Central district), 42, Novokuznetsk, Kemerovo region – Kuzbass, 654063, Russian Federation, ktm_zyabkin@mail.ru.

Zyablov Dmitriy V. – *graduate student, Department of Cars and Carriage Economy at the Russian university of transport (MIIT).*

Obraztsova str., 9, building 9, GSP-4, Moscow, 127994, Russian Federation, zyablov21@yandex.ru.

«ТРАНСПОРТ РОССИИ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ – 2023»

Материалы Международной научно-практической конференции

14-15 НОЯБРЯ 2023 ГОДА

Научное издание

Составитель сборника
Шаталова Наталья Викторовна

Подписано в печать 26.12.2023
Печать цифровая

Заказ № 59
Объем 18.125 п.л.

Формат 60 x 90 ¹/₈
Тираж 200 экз.

Отпечатано в полиграфическом центре типографического комплекса
ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России
196105, Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 149