

ТРАНСПОРТ
НАУКА, ТЕХНИКА, УПРАВЛЕНИЕ
НАУЧНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ СБОРНИК
TRANSPORT
SCIENCE, EQUIPMENT, MANAGEMENT
SCIENTIFIC INFORMATION COLLECTION

Издается с 1990 г.

№ 7

Москва 2020

Научный информационный сборник «ТРАНСПОРТ: наука, техника, управление» включен в новый ПЕРЕЧЕНЬ рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидатов наук, на соискание ученой степени докторов наук (Перечень ВАК). Действует с 28.12.2018 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Розенберг Е.Н., Филипченко С.А., Калинин С.В., Куренков П.В. От автоматизации формирования статистических отчетов к цифровизации и интеллектуализации производственных процессов.....	3
Персианов В.А. Как понимать «теорию предела»: к истории развития железнодорожного транспорта страны в 1930-е годы	11
Кокурин И.М., Ефанов Д.В. Технологические основы автоматизации информационного обеспечения решений поездных диспетчеров.....	18
Медведев Ю.С., Терехов В.В. Использование комплексного подхода к защите информационных систем программными методами	24
Числов О.Н., Ручкин И.В. Мероприятия по сокращению непроизводительных простоев вагонов на предприятиях промышленного железнодорожного транспорта	27
Давыдов Д.О. Комплексная методика установления технологии перевозки скоропортящегося груза железнодорожным транспортом.....	33
Гордеев Б.А., Охулков С.Н., Степанов К.С., Ваягин А.В. Оптимальная фаза вихревого магнитного поля в управлении магнитореологическими виброопорами	40
Горелик С.Л., Арифуллин И.В., Терентьев А.В., Иванов И.А. Методология формирования региональной системы транспортной мобильности поколения на основе универсальных цифровых сервисов.....	44
Котомчин А.Н., Синельников А.Ф., Корнейчук Н.И. Сравнительная характеристика электролитов хромирования для восстановления и упрочнения деталей машин.....	50
Кравченко А.Е. Качественный аспект совершенствования перевозок пассажиров легковыми такси в городах муниципальных образований	56
Пенязь И.М. Современные механизмы борьбы с причинами дорожно-транспортных происшествий за рубежом на основе цифрового моделирования	62
Тиверовский В.И. Об экспонатах выставки внутренней логистики Logimat 2020 в Германии	65
Информация для авторов	70

CONTENTS

Rosenberg E.N., Filipchenko S.A., Kalinin S.V., Kurenkov P.V. From automation of formation of statistical reports to digitalization and intellectualization of production processes	3
Persianov V.A. How to understand the "theory of the limit": the history of the development of ussr railway transport in the 1930s.....	11
Kokurin I. M., Efanov D.V. Technological basics of the automation information support for traffic dispatchers solutions	18
Medvedev Y.S., Terekhov V.V. Using an integrated approach to protection of information systems by software methods	24
Chislov O.N., Ruchkin I.V. Measures aimed at reducing unproductive wagon downtime on the industrial railway transport enterprises	27
Davydov D.O. Integrated methodology for establishing perishable foodstuffs transportation technology by rail	33
Gordeev B.A., Ohulkov S.N., Stepanov K. S., Vanyagin A.V. Optimal phase of the vortex magnetic field in the magnetorheological upravlenii vibrioforme	40
Gorelik S.L., Arifullin I.V., Terent'ev A.V., Ivanov I.A. Methodology for building regional system of transport mobility of a generation on the basis of universal digital services	44
Kotomchin A.N., Sinelnikov A.F., Korneychuk N.I. Comparative characteristics of chromium plating electrolytes for recovery and hardening of machine parts	50
Kravchenko A.E. The qualitative aspect of improving the transport of passengers by automobile taxi in the cities, municipalities	56
Penyaz I.M. Modern mechanisms to combat the causes of road traffic accidents through digital modeling in the world	62
Tiverovsky V.I. Discussing the Exhibits of the Internal Logistics Exhibition Logimat 2020 in Germany	65
Information for autors.....	70

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ СБОРНИКА

(по состоянию на 20.01.2020 г.)

Наукометрический показатель	Значение
Двухлетний импакт-фактор в РИНЦ	0,635
Двухлетний импакт-фактор с учетом цитирования из всех источников	0,901
Пятилетний импакт-фактор в РИНЦ	0,277
Число статей за год в РИНЦ	143

Сборник занимает 42-е место в рейтинге SCIENCE INDEX по тематике «Транспорт».

ОТ АВТОМАТИЗАЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ ОТЧЕТОВ К ЦИФРОВИЗАЦИИ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Доктор техн. наук, профессор **Розенберг Е.Н.**,
кандидат техн. наук, доцент **Филипченко С.А.**,
начальник отдела **Калинин С.В.**

(Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи.
ОАО «НИИАС»)

Доктор экон. наук, профессор **Куренков П.В.**
(Российский университет транспорта. РУТ-МИИТ)

FROM AUTOMATION OF FORMATION OF STATISTICAL REPORTS TO DIGITALIZATION AND INTELLECTUALIZATION OF PRODUCTION PROCESSES

Doctor (Tech.), Professor **Rosenberg E.N.**
Ph.D. (Tech.), Associate Professor **Filipchenko S.A.**
Head of the Station Engineering **Kalinin S.V.**

(Research and Design Institute of Informatization, Automation and Communications. OJSC "NIAS")

Doctor (Econ.), Professor **Kurenkov P.V.**
(Russian University of Transport. RUT-MIIT)

Железнодорожный транспорт, производственные процессы, статистические отчеты, автоматизация процессов, переход к цифровизации и интеллектуализации.

Rail transport, production processes, statistical reports, process automation, the transition to digitalization and intellectualization

Рассматривается применение в условиях железнодорожной отрасли технологического документооборота с электронно-цифровой подписью и формирование статистических показателей на основе цифровизации производственных процессов.

The application in the railway industry of technological workflow with electronic digital signature and the formation of statistical indicators based on digitalization of production processes are considered.

Железнодорожная сеть России является одной из крупнейших в мире. Общая эксплуатационная длина железных дорог составляет более 80 тыс. км. Объем железнодорожных грузоперевозок в России – 3 000 млрд. т-км в год, что составляет около 30% железнодорожных грузоперевозок в мире.

Управлять такими большими активами непросто. Поэтому особую важность приобретает современная статистика железнодорожного транспорта.

В настоящее время в ОАО «РЖД» действуют 255 форм внутренней статистической отчетности и 1079 учетных форм первичной документации, включающих более 20 тыс. показателей, охватывающих все стороны производственно-хозяйственной деятельности ж.-д. транспорта.

Более половины действующих отчетных форм (145 единиц, или 56,8%) формируется в автоматизированных системах ОАО «РЖД», что направлено на исключение влияния человеческого фактора, повышение достоверности обрабатываемой информации. Для применения в разных условиях хозяйств технологического

документооборота с электронно-цифровой подписью разработаны и утверждены 112 внутренних форм первичного учета, в том числе, 33 – в локомотивном комплексе; 19 – в вагонном хозяйстве; 11 – в путевом хозяйстве; 35 – в хозяйстве электрификации; 12 – в грузовом комплексе; 2 – в хозяйстве автоматики и телемеханики, связи и вычислительной техники.

Задачей сегодняшнего дня и ближайшего будущего является формирование статистических показателей на основе цифровизации производственных процессов, а понятие "Цифровая железная дорога" является основой для развития современных железных дорог как в России, так и во всем мире. ОАО "РЖД" разработало Комплексную программу инновационного развития на 2016-2020 годы.

Новые подходы, которые создаются и разрабатываются по всему миру, направлены на увеличение скорости и объемов перевозок железнодорожного транспорта; снижение эксплуатационных расходов; увеличение привлекательности; обеспечение более высокого уровня безопасности (табл. 1) [1-10].

Глобальные тенденции в промышленности

Исследования и инновационные решения в стадии разработки	IPID 2020	Белая книга ЕС	Shift2Rail	Стратегический план ФРА США
Повышение безопасности на основе интеллектуальных систем	☑	☑	☑	
Снижение рисков, связанных с человеческим фактором	☑			☑
Повышение эффективности бизнеса и оптимизация логистики	☑	☑	☑	☑
Развитие мультимодальных перевозок	☑	☑	☑	
Согласование служебных требований. "Одна остановка" ("One stop")	☑	☑		
Разработка виртуальных и облачных клиентских сервисов	☑	☑	☑	
Компьютеризация и оцифровывание процессов управления перевозками	☑	☑	☑	☑
Развитие скоростных перевозок	☑	☑	☑	☑
Новый подвижной состав	☑	☑	☑	☑
Повышение энергоэффективности	☑	☑	☑	☑
Новые двигатели. Новые виды энергоресурсов	☑	☑	☑	☑
Упор на рациональное управление окружающей средой	☑	☑		
Развитие инфраструктуры	☑	☑		☑
Беспилотные технологии	☑		☑	☑

Цифровая революция затрагивает большинство сфер промышленности и повседневной жизни. Железнодорожный транспорт - не исключение. Программа инноваций и развития ОАО "РЖД" включает:

- цифровые инфраструктурные модели;
- цифровые сети связи и высокоточные системы координат;
- мониторинг состояния объектов инфраструктуры и подвижного состава;
- вычислительные средства для обработки больших объёмов данных.

Основными предпосылками перехода на цифровую железную дорогу являются:

- цифровые модели инфраструктурных активов в едином координатно-временном пространстве;
- цифровые сети связи и высокоточные системы координат на основе высокоточных спутниковых сетей позиционирования;
- постоянный мониторинг инфраструктурных активов с автоматическим генерированием скоростных ограничений и организацией технического обслуживания;
- мониторинг состояния подвижного состава на внешних и внутренних объектах с возможностью прогнозирования остаточного срока эксплуатации;
- комплекс вычислительных средств для дистанционного управления инфраструктурными активами, изменения графиков движения в режиме реального времени с учётом энергоэффективности и автоматизации отдельных операций;

- мобильные рабочие места для персонала и контроль психофизиологических состояний.

На рисунке 1 представлены цифровые решения для повышения эффективности движения. Они включают использование цифровых путевых табло, цифровых систем связи, центров управления для эксплуатационных зон и бортовых компьютерных систем. Внедрение этих технологий нацелено на автоматизацию мониторинга инфраструктуры и подвижного состава, планирования, обслуживания и контроля качества, на снижение затрат, связанных со строительством объектов инфраструктуры, энергоэффективное управление движением в эксплуатационных зонах и беспилотное управление некоторыми видами подвижного состава.

В России интегрированная система управления активами на основе оценки рисков (URRAN) начала внедряться в 2010 году. Она обеспечивает комплексное управление рисками, надёжностью и стоимостью железнодорожных объектов на всех этапах эксплуатационного цикла.

Основываясь на информации различных типов объектов (путь, подвески, электроснабжение, сигнализация и т.д.), она поддерживает принятие решений на высшем уровне. Интегрированная система управления активами включает индивидуальные, социальные, экологические, технические и экономические типы рисков.

Следующим шагом для системы управления активами является применение технологии больших данных. Здесь можно видеть целевую архитектуру такой системы на основе принципов больших данных (рис.2).



Рис. 1. Цифровые способы повышения эффективности перевозок

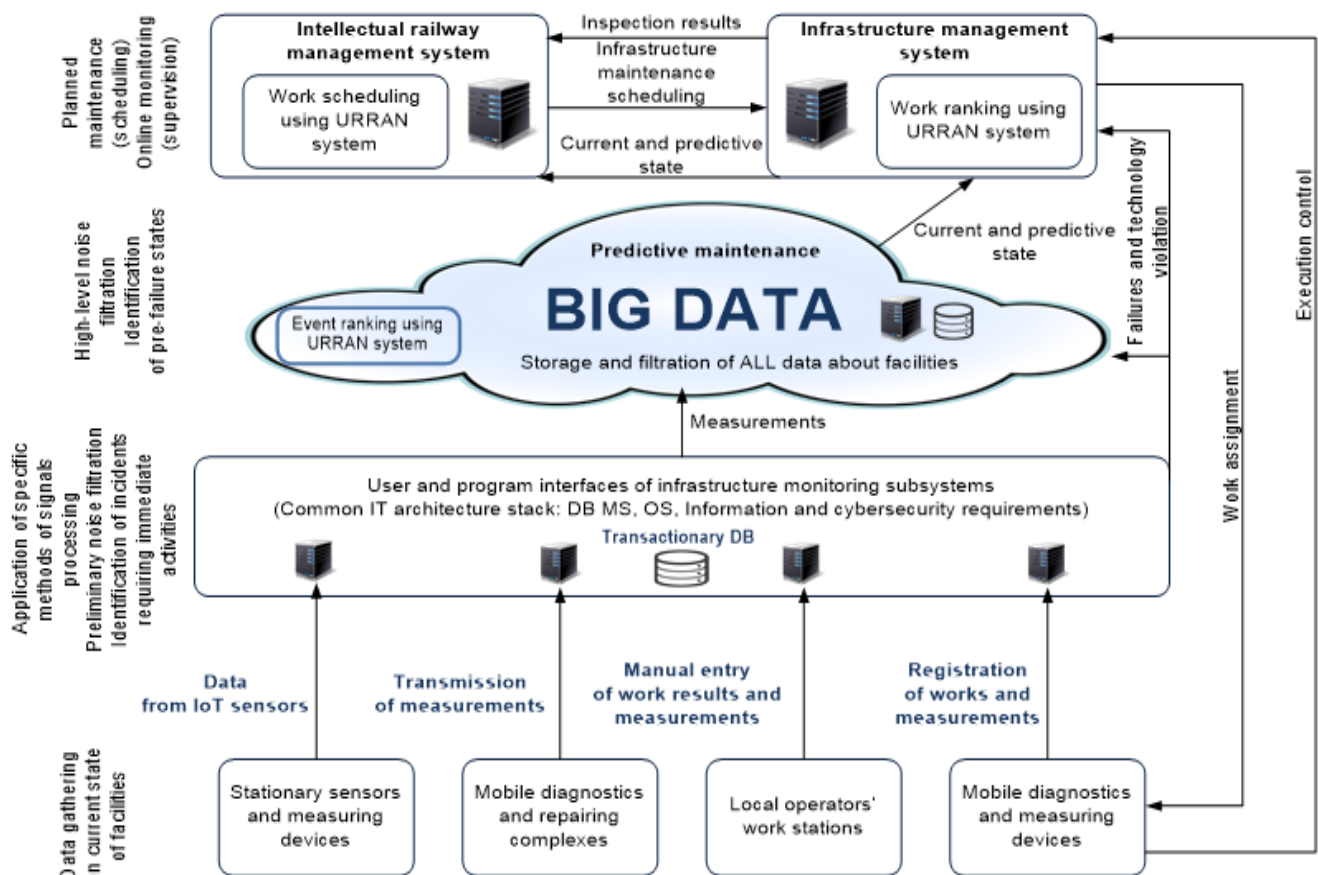


Рис. 2. Интегрированная система управления активами

Этот переход основан на новых цифровых бизнес-моделях с автоматизированным сбором данных с разных устройств. Это соответствует концепции Промышленного Интернета Вещей, которая становится довольно известной во всём мире (рис. 3).

Некоторые технологии IoT проходят испытания на нескольких подразделениях и объектах РЖД. Ожидаются многообещающие результаты от беспроводных датчиков для устройств автоматизации железных дорог, таких как сигнальная система, релейные шкафы, путевое оборудование и системы обнаружения перегрева букс.

Техническое обслуживание на основе условий эксплуатации зависит от достоверной информации о состоянии железнодорожной инфраструктуры и объектов. Российские электропоезда последнего поколения, такие как Сапсан, оснащены специальными бортовыми информационно-измерительными системами. Система получает диагностическую информацию от 900 датчиков и может назначать разные **приоритеты** диагностическим сообщениям и решать, какие из них следует обработать в первую очередь.



Рис. 3. Промышленный интернет вещей

Центральный блок управления (CCU) создает пакет диагностических данных, который передаётся на сервер с помощью GSM. Передача происходит каждые 3 часа в автоматическом или ручном режимах. Сообщения о диагностике присваиваются приоритеты. Сообщения с высоким приоритетом обрабатываются как можно раньше, сообщения с более низким приоритетом вступают в очередь на обработку, когда поезд отправляется на текущее обслуживание. Система обработки и передачи данных диагностики RRSD дополняет наблюдения, записанные в журналах TU-152 и TU-28 (рис. 4).

Одним из оснований для оцифровки железных дорог является развёртывание общего высокоточного координатного пространства над железнодорожной сетью (рис. 5).

Для успешной реализации таких технологий необходима зрелая геоинформационная система. Высокоточная координационная сеть, работающая в России, имеет протяжённость более 6000 км. Она поддерживает все виды деятельности, связанные с проектированием, строительством и ремонтом, а также управление движением и автоблокировку.

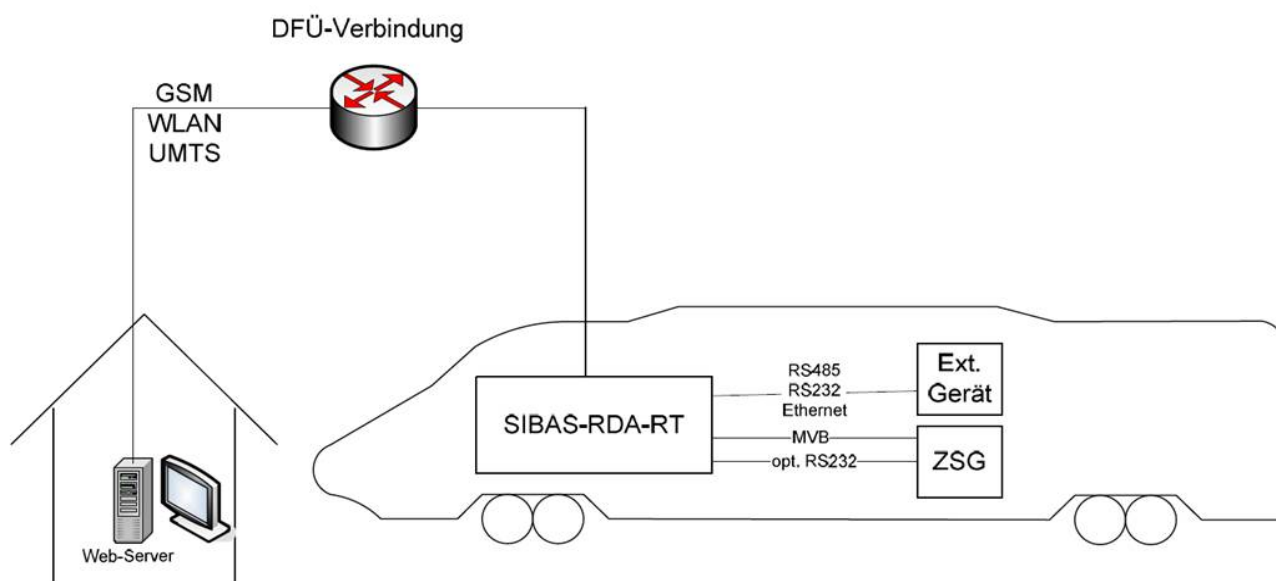


Рис.4. Передача диагностических данных на веб-сервер X-Train



Рис.5. Высокоточная координационная сеть

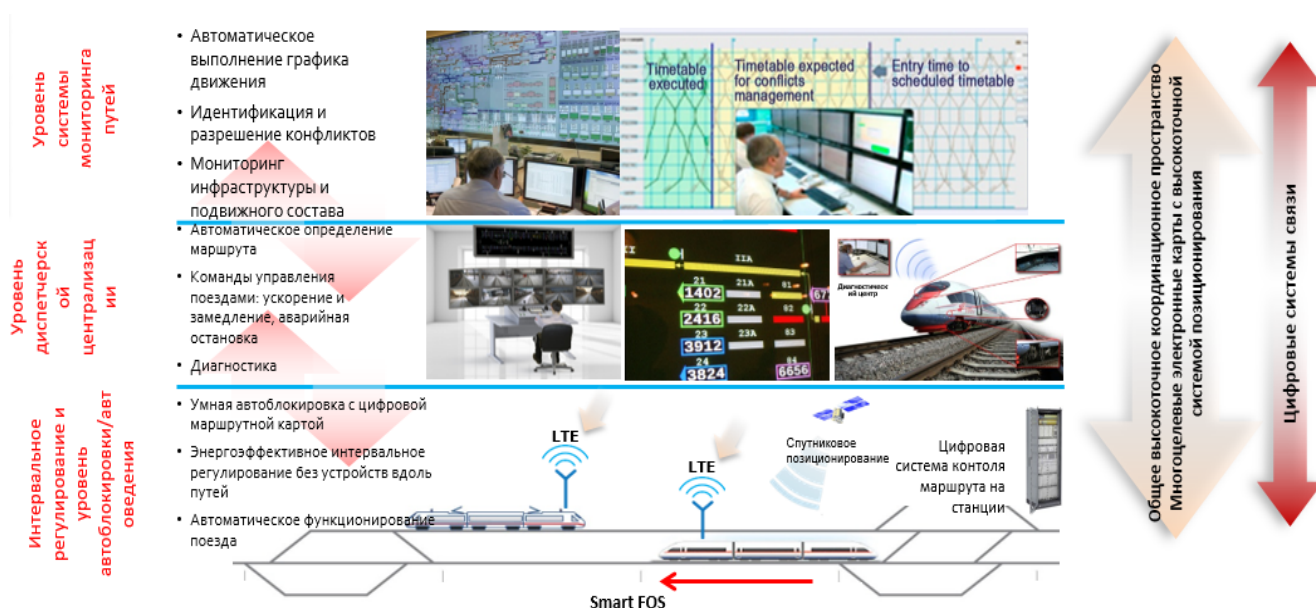


Рис. 6. Интегрированное управление движением

Систему управления движением можно представить в виде трёхуровневой системы. На нижнем уровне инфраструктурные объекты сокращаются и используются новые широкополосные системы цифровой связи (рис. 6). Средний уровень позволяет автоматически настраивать маршрут на станции из центра управления и мониторинга инфраструктуры из подвижного состава. Самый верхний интеллектуальный уровень позволяет выполнять автоматический график движения, идентифицировать и разрешать конфликты.

Взаимодействие программных компонентов интеллектуальной системы управления на железнодорожном транспорте (ИСУЖТ) начинается на стадии планирования, централизованной автоматизации управления движением и заканчивается формированием отчётности. На рисунке 7 показаны входные данные, необходимые для создания ежедневного расписания.

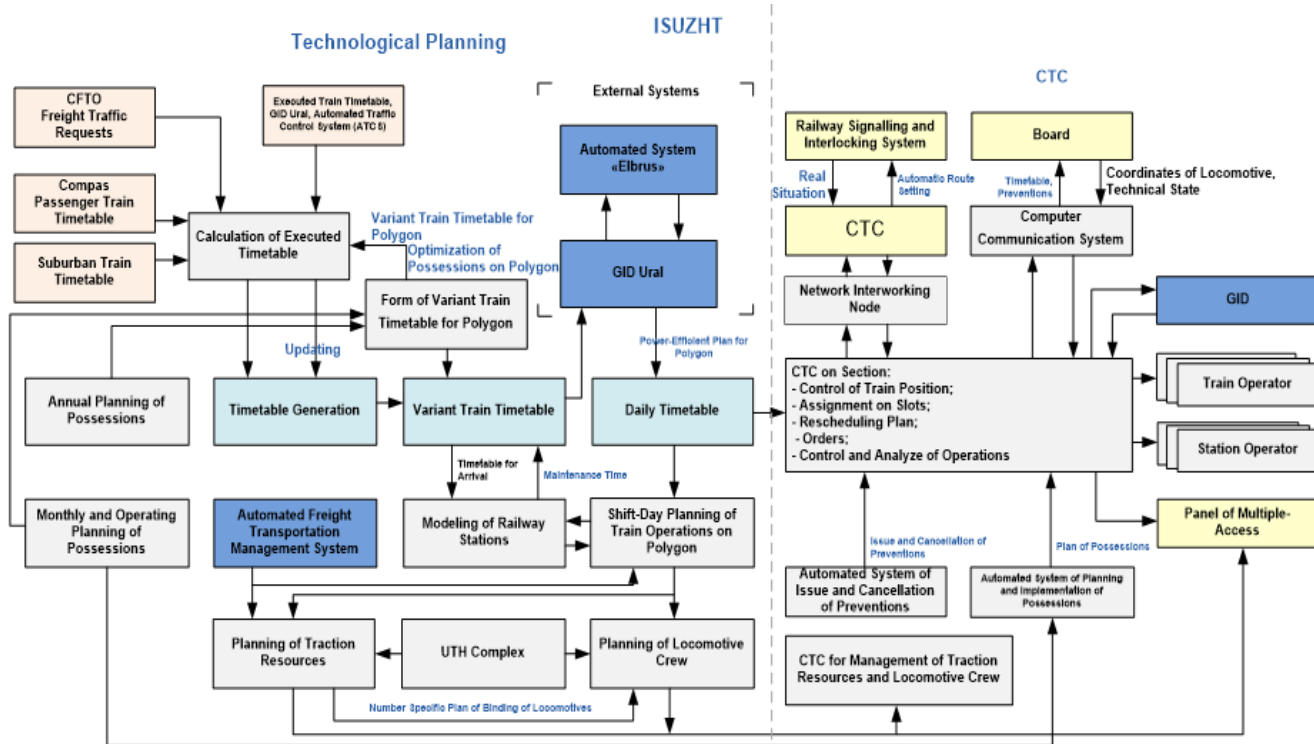


Рис. 7. Программные комплексы ИСУЖТ

Услуги пассажирских перевозок на основе цифровых технологий включают в себя планирование поездок, покупку билетов и передачу данных в реальном времени в железнодорожных комплексах и поездах. Их можно реализовать с помощью мобильных устройств различных стандартов цифровой связи и соответствующих функциональных приложений.

Безбумажные технологии должны быть реализованы в грузовых перевозках для поддержки многоагентного взаимодействия между всеми участниками транспортного процесса. Она включает:

- таможенные процедуры;
- подготовку и передачу в локомотив необходимой документации;

- адаптивное и ориентированное на потребителя управление движением.

Цифровые услуги также полезны для подразделений РЖД с точки зрения прогнозной аналитики, моделирования инфраструктуры и другого.

Данные из разных областей деятельности ОАО «РЖД» обрабатываются и интегрируются для обеспечения бесперебойной работы.

Московское центральное кольцо – хороший пример интегрированной реализации цифровых технологий (рис. 8).



Рис.8. Московское центральное кольцо – «Московское цифровое кольцо»

Цифровизация всей проектной документации для систем сигнализации и создание высокоточной системы координат позволяют максимально сократить количество операций, выполняемых человеком.

В настоящее время разрабатывается проект по созданию центра обработки данных на основе технологий Больших данных и Промышленных интернет-технологий. Использование спутниковой навигации в настоящее время является частью цифровизации железных дорог. Имеется широкий ассортимент приложений, который включает в себя множество областей; вот лишь некоторые из них:

- логистика;
- мониторинг железнодорожной инфраструктуры;
- проектирование, строительство и ремонт путей;
- отправление поездов и оптимизация движения;
- автоблокировка и интервальное регулирование;
- формирование отчетности без первичных документов.

Применение спутниковой навигации для сигнализации является недорогим и требует меньшего количества путевого оборудования. Однако важнейшим вопросом остаются безопасность и точность позиционирования.

Как уже упоминалось, высокоточная координатная сеть является одной из основ цифровой железной дороги. Она открывает новые возможности для управления активами на железных дорогах, а также для сигнализации.

Эксперты РЖД активно участвуют в разработке методов проектирования, строительства и ремонта путей, используя абсолютную систему координат.

Концепция цифровой железной дороги тесно связана с полностью автоматическими и автономными поездами. В ОАО «РЖД» активно развивают эту технологию, и прототипы уже проходят испытания на нескольких пробных площадках. Мы считаем, что необходимо разработать специальные стандарты и требования к различным типам поездов. Было выбрано 5 категорий поездов с различными целями, требованиями и уровнями автоматизации для каждой.

Самым сложным элементом железнодорожного хозяйства является железнодорожная станция. Поэтому автоматизация её работы с одновременным формированием достоверно и своевременной статистической отчетности является приоритетной задачей. На рисунке 9 представлен набор показателей действующей в ОАО РЖД отчетности для оценки работы сортировочных станций. На примере станции Санкт-Петербург сортировочный. Все эти показатели автоматизировано формируются на основе сообщений, передаваемых дежурным персоналом в автоматизированные системы управления. На примере самой современной станции Лужская рассмотрим предпосылки для автоматического формирования отчетности и исключения влияния на достоверность так называемого человеческого фактора.

Год: 2018 Месяц: Май Дорога: ОКТ Станции: СПБ-СОРТ-МОС Прибыло поездов - 115 Отправлено поездов Всего - 108 В т.ч. своего формирования - 103 Вагонооборот - 12367 Количество транзитных вагонов С переработкой - 5892 Без переработки - 246 Рабочий парк вагонов - 4216 Количество отцепленных вагонов от готовых поездов своего формирования и транзитных По техническим неисправностям - 0 По коммерческим неисправностям - 1 Переработка вагонов на горке Четная система - 3215 Нечетная система - 4203 Простой транзитного вагона без переработки Всего - 2,42 Простой вагонов в задержанных в продвижении составах - 0,00 Простой без учета вагонов в задержанных в продвижении составах - 2,42 Закрепление и ограждение состава (Д) - 0,46	Техническая подготовка состава (В) - 0,49 Ожидание обработки - 0,06 Обработка состава - 0,43 Ожидание локомотива (Т) - 0,59 Обеспечение поезда тормозами (Т, В) - 0,69 Ожидание отправления (Д) - 0,20 Обработка состава для транзитного вагона без переработки, проследовавшего гарантийный участок - 0,51 Простой транзитного вагона с переработкой Всего - 15,50 От прибытия до начала расформирования - 2,15 Закрепление и ограждение состава (Д) - 0,44 Техническая подготовка состава - 0,49 в т.ч. ожидание обработки - 0,17 в т.ч. обработка состава - 0,32 Ожидание расформирования (Д) - 1,22 Расформирование (Д) - 0,29 Простой в сортировочном парке (Д) - 7,85 Накопление - 6,34 Ожидание формирования (перестановки) - 0,61 формирование и перестановка - 0,89 Простой транзитного вагона с переработкой Простой от окончания формирования состава или перестановки его в парк отправления до отправления - 5,21 Закрепление и ограждение состава (Д) - 0,59	Техническая подготовка состава (В) - 0,80 Ожидание обработки - 0,13 Обработка состава - 0,67 Ожидание локомотива - 2,87 Обеспечение поезда тормозами - 0,71 Ожидание отправления - 0,25 Задержано на подходах по неприятию Поездов - 0 Кол. Часов - 87 Количество отмененных и сорванных поездов Всего - 0 по вине службы ДД - 87 по вине службы Т - 0 по вине службы В - 0 по вине службы Э - 0 по вине службы Ш - 0 по вине службы С - 0 по вине службы П - 0 по вине службы Л - 0 по вине службы М - 0 по вине службы НКИ - 0 По вине службы ИВЦ - 0 Неприм поездов соседними дорогами - 0 Прочие причины - 0
---	--	---

Рис.9. Аналитическая справка о работе сортировочных станций ДО-24ВЦ

Следующим шагом по введению цифровых элементов управления является полное дистанционное управление поездами диспетчером. Институт проводит научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по управлению маневровыми локомотивами на станции Лужская. Этот проект начался в 2015 году, и теперь у нас есть 3 автономных локомотива.

На основании динамического имитационного моделирования всех производственных процессов, происходящих на станции, автоматически строится суточный

график исполненной работы: 1 - динамическое отображение процесса; 2 - визуализация процесса расчёта – график работы станции; 3- аналитическая отчетность расчёта.

На его основе автоматически формируется статистическая отчетность о работе станции. Таким образом, мы будем иметь достоверную и своевременную статистическую отчетность и необходимые инструменты для эффективного управления перевозочным и другими производственными процессами.

Литература

1. Бубнова Г.В., Зенкин А.А., Куренков П.В., Астафьев А.В., Куприяновский В.П. Транспортные коридоры и оси в цифровой транспортной системе // Транспорт: наука, техника, управление: Сб. ОИ / ВИНТИ.- 2017.- № 7.- С. 11-20.
2. Бубнова Г.В., Куренков П.В., Некрасов А.Г. Цифровая логистика и безопасность цепей поставок // Логистика.- 2017.- № 7.- С. 46-50.
3. Куренков П.В., Нехаев М.А. Моделирование работы сортировочной станции в интеллектуальной системе управления перевозками // Железнодорожный транспорт.- 2012.- № 9.- С. 20-22.
4. Куренков П.В., Нехаев М.А. Применение форсайт-технологий для повышения эффективности работы сортировочной станции // Железнодорожный транспорт.- 2013.- № 4.- С. 25-28.
5. Нехаев М.А., Куренков П.В., Мартыничук В.А. Ситуационно-логистическая система управления перевозочным процессом // Логистика и управление цепями поставок.- 2008.- № 5(28).- С. 25-35.
6. Полянский, Ю.А. Дорожный центр ситуационного управления. Проблема создания и функционирования / Ю.А. Полянский, П.В. Куренков // Экономика железных дорог.- 2003.- № 1.- С. 51-66.
7. Полянский, Ю.А. Топологическое моделирование взаимодействия хозяйств железной дороги / Ю.А. Полянский, П.В. Куренков // Транспорт: наука, техника, управление: Сб. НТИ / ВИНТИРАН.- 2003.- № 7.- С. 8-18.
8. Соколов И.А., Куприяновский В.П., Дунаев О.Н., Синягов С.А., Куренков П.В., Намиот Д.Е., Добрынин А.П., Колесников А.Н., Гоник М.М. Прорывные инновационные технологии для инфраструктур. Евразийская цифровая железная дорога как основа логистического коридора нового Шелкового пути // International Journal of Open Information Technologies.- 2017.- Том 5, № 9.- С. 102-118.

9. Филипченко С.А., Куренков П.В., Беспалова Н.А., Медведева Н.Л. Электронизация учёта вагонных парков - важный шаг к интеллектуализации управления эксплуатационной работой // Вестник транспорта.- 2015.- № 8.- С.32-41.

10. Овсянников И.А., Куренков П.В. Дорожный ситуационно-логистический центр управления хозяйством ОАО «РЖД».- Логистика сегодня.- 2004.- № 5.- С. 20-30.

Сведения об авторах

Розенберг Ефим Наумович, д.т.н., профессор, Первый заместитель генерального директора Научно-исследовательского и проектно-конструкторского института информатизации, автоматизации и связи. ОАО «НИИАС».

109029, Москва, Нижегородская ул., 27 стр. 1

Тел. 8-499-262-6217

E-mail: info@vniias.ru.

Филипченко Сергей Анатольевич, к.т.н., доцент РУТ, руководитель научно-технического комплекса по управлению перевозками ОАО «НИИАС».

Тел. 8-499-262-5379

E-mail: S.Lavruhina@vniias.ru.

Калинин Сергея Владимировича, начальник отдела моделирования технологии станционной работы ОАО «НИИАС»

Куренков Петр Владимирович, д.э.н., профессор, заместитель директора Института управления и информационных технологий Российского университета транспорта (РУТ – МИИТ).

Тел. 8-926-471-65-04

E-mail: petr.kurenkov@mail.ru.

**КАК ПОНИМАТЬ «ТЕОРИЮ ПРЕДЕЛА»: К ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА СТРАНЫ В 1930-Е ГОДЫ**

Заслуженный деятель науки РФ, доктор экон. наук, профессор **Персианов В.А.**
(Государственный университет управления, ГУУ)

**HOW TO UNDERSTAND THE "THEORY OF THE LIMIT": THE HISTORY
OF THE DEVELOPMENT OF USSR RAILWAY TRANSPORT IN THE 1930S**

Doctor (Econ.), Professor **Persianov V.A.**
(State University of Management)

«Теория предела», реконструкция железнодорожного транспорта, предельщики, оппортунизм, транспортная наука, математические формулы, новое понимание транспорта.

"Theory of the limit", reconstruction of railway transport, limiters, opportunism, transport science, mathematical formulas, new understanding of transport.

В статье делается попытка осмыслить и оценить ситуацию, сложившуюся на железнодорожном транспорте страны в 30-е годы прошлого века, когда отраслью руководил Народный комиссариат путей сообщения (НКПС). В работе рассматривается один из сложных периодов в истории отечественных железных дорог, который в транспортной науке называют периодом «борьбы с предельчеством», вкладывая в это понятие суровые репрессии в отношении людей. Исследователи обходят этот период, избегая касаться щекотливой темы. Настала пора разобраться в этом объективно, рассмотрев события тех лет в тесной связи с общей обстановкой в стране.

The article attempts to comprehend and evaluate the situation in the country's railway transport in the 30s of the last century, when the industry was headed by the People's Commissariat for Railways. The paper considers one of the most difficult periods in the history of Russian railways, which is called the period of "struggle against the "theory of the limit" in transport science, putting in this concept severe repressions against people. Researchers bypass this period, avoiding touching on a sensitive topic. It is time to look at this objectively, considering the events of those years in close connection with the general situation in the country.

Существовавшее с 1865 г. Министерство путей сообщения (МПС), ставшее за годы Советской власти мощнейшим общегосударственным органом управления железнодорожным транспортом, сохраняло за собой все функции государственного и хозяйственного управления железными дорогами вплоть до начала 2000-х годов, адаптируясь при этом к рыночным условиям работы.

В конце января 1992 г. МПС СССР было реорганизовано в МПС РФ со значительным сокращением штатной численности и изменениями структуры центрального аппарата. Ликвидация МПС РФ в 2003 г. не улучшила работы ни транспортного комплекса в целом, ни самих железных дорог. Управляемая ОАО «РЖД» отрасль по сей день ищет выход на путь устойчивого развития, но найти этот путь в рамках принятых концепции (1998 г.) и программы (2001 г.) реформирования отрасли оказалось непросто.

Реформа столкнулась с парадоксами. Все основные мероприятия программы реструктуризации отрасли к 2010-2011 гг. были выполнены, но ожидаемых результатов добиться не удалось. Период структурных преобразований был продлен. И сегодня, по истечении еще двух пятилетий, путь выхода отрасли из трудного положения не найден [4].

**Как понимало «теорию предела»
руководство НКПС**

В 1935 г. наркомом путей сообщения был назначен известный государственный деятель Л.М. Каганович. Первое, с чем он столкнулся при поиске путей подъема работы транспорта, – это теория, утверждавшая, что транспорт работает на пределе своих возможностей и лучше работать без многомиллиардных вложений уже не сможет. И тогда под руководством наркома мобилизованные им силы на транспорте повели борьбу за разгром «теории предела».

Что же представляли собой «предельщики» с позиции тех лет? Вот как характеризовал их тогда главный транспортный журнал [2]: «Между тем, пожалуй, ни в одной отрасли нашей экономики не наблюдается все еще такого резкого отставания теории от практики, от успехов стахановского движения, от повседневных нужд производства, как именно на транспорте. Можно смело утверждать, что экономика транспорта, методы планирования, учета, калькуляции себестоимости целиком отражали элементы старой, плохой работы железных дорог...».

Мы часто говорим о «теории предела». Что же представляет собой эта пресловутая теория?... На политическом языке предельческие «теория» и практика, суще-

ствующие на транспорте, – это, по существу, оппортунистическая теория и оппортунистическая практика... Предельщики, враги и оппортунисты доказывали невозможность высокой скорости движения поездов. В противовес реальным возможностям и требованиям социалистической экономики они ...заявляли, что нельзя повышать использование важнейшего производственного средства транспорта – паровоза, повышать форсировку его котла. Они протаскивали в нашу советскую действительность реакционные, насквозь буржуазные принципы белоэмигранта Ломоносова, ставившего форсировку котла в зависимость от рентабельности, от прибылей, получаемых той или иной дорогой. Они фетишизировали нашу отсталость, слепо преклонялись перед капиталистической наукой и враждебно относились ко всему новому, революционному.

Оппортунисты и предельщики с пеной у рта доказывали, что нельзя, мол, совместить высокую скорость с тяжелым весом поезда. На самом деле они отстаивали одновременно и низкую скорость, и низкий вес поезда...

Во всех расчетах предельщики исходили из буржуазного представления о коммерческой выгоде и рентабельности, из представления о нашей стране как отсталой, аграрной и из реакционных расчетов на рабский дешевый труд и т.д. Они игнорировали живого человека, они игнорировали рабочего, который управляет машиной, сознательного советского рабочего, который умеет по-социалистически относиться к труду и средствам производства. Жрецы буржуазной науки не желали считаться с тем, что в отличие от капиталистического рабочего, который является придатком к машине, наш советский рабочий – организатор и руководитель этой машины...

Жрецы эксплуатационной науки ...нагромождали сложнейшие математические формулы, жонглировали абстрактными, схоластическими измерителями, чтобы затуманить действительность, чтобы «теоретически» оправдать закономерность огромных простоев вагонов, безобразное использование паровозов и т.д. И весь это лженаучный хлам выдавался за элементы планирования! ...» [2].

Сам же Л.М. Каганович характеризовал различные группы предельщиков следующим образом: «Выявились три типа предельщиков. Первый тип – это узкая группка злостных людей. Часть их прикрывалась знаменем предельчества, чтобы замаскировать свои подлые, вредительские и шпионские дела. К сожалению, эти небольшие группки людей много навредили, так как они были самыми «сознательными» людьми в том смысле, что знали, чего хотели. Они хотели сознательно тормозить подъем транспорта. Эти группки придумывали всякие доводы и доказательства для обоснования своих взглядов. Они «благородно» доказывали, что пока не будет большой реконструкции транспорта, – «ничего не выйдет». Люди как будто выступали за «большую реконструкцию» транспорта, но они на деле срывали все реконструктивные мероприятия, а выступали они якобы за реконструкцию с той целью, чтобы отвлечь внимание от текущих оперативных дел, от исправления имеющихся и легко устранимых недостатков.

Вторая группа людей – это честные люди – беспартийные и даже часть коммунистов, которые считали себя людьми, наиболее знающими транспорт. Они, действительно, знали дело, но как? Они знали дело эмпирически, узко, однобоко, совершенно не увязывая рабо-

ты железнодорожного транспорта с общими задачами, которые стояли перед социалистическим хозяйством. Они оказались узкими людьми, которые не понимали советской экономики и рассматривали технику вне экономики, политики и организации людей, что является грубейшей ошибкой. Эти люди доказывали с пеной у рта, что оборот вагона нельзя ускорить, что просто нельзя уменьшить, что скорость никак нельзя увеличить: и паровоз не возьмет, и форсировку поднять нельзя, и люди у нас не такие, да и путь не выдержит, и все прочее. Они были «честно» убеждены в этом. Но все их технические расчеты ориентировались на совершенно другую культуру. Эти люди проспали 18 лет революции, проспали новых машинистов, новых людей и оставались на старых, чисто математических расчетах. Таким образом, вторую группу предельщиков составляли, в общем, наши люди, которые кичились своим знанием транспорта, но они знали свой узкий участок, работали не критически и из-за этого попали в лапы «акул» – небольшой группки людей, сознательно тормозивших движение транспорта вперед. Должен, однако, сказать, что хотя жизнь уже убедила этих людей в неправильности их прежних взглядов, – и в методологии, в мышлении у них осталось еще много старого. Поэтому просьба к ним – перестроить до конца свою методологию, победить в себе до конца остатки предельчества, поднять себя, расширить свой кругозор, а для этого не стыдиться переучиться, учиться у жизни, учиться у стахановцев.

Третья группа предельщиков – это практики... Эта группа самая распространенная. Почему многие коммунисты смотрели сквозь пальцы на ложь предельщиков? Сами, может быть, не врал, хотя кое-где и привирали, но терпели ложь своих адвокатов – предельщиков. Потому, что те защищали теоретически их негодную практическую работу» [3].

Так понимали «теорию предела» в те годы руководители отрасли.

Борьба с предельщиками развертывалась в сложной экономической и политической обстановке 30-х годов. Страна в соответствии с планами индустриализации напрягала все силы для создания технической базы, гарантирующей ее независимость перед лицом с каждым годом усиливающейся внешней угрозы. Узким местом всей экономики стал транспорт.

При анализе причин отставания транспорта оказывалось, что темпы вывоза грузов можно ускорить. В выступлении Л.М. Кагановича обращают на себя внимание его слова с просьбой к предельщикам перестроить свою методологию, учиться жизни и т.д. Через год после начала борьбы с предельщиками многие бывшие предельщики, показавшие, что они изменили свою позицию, активно включились в работу по перестройке транспорта и были награждены орденами. Вплоть до 1960-х годов их можно было встретить на высоких руководящих постах в МПС СССР.

Л.М. Каганович мог считать, что борьба с предельщиками дала свои результаты, когда возросла погрузка на сети и улучшились другие показатели. Но временного подъема, основанного на критике старых воззрений, оказалось недостаточно. Ее нужно было подкрепить новым пониманием закономерностей развития плановой экономики. Речь шла о новой науке, новом мировоззрении, и руководство отрасли не раз обращалось по этому вопросу к транспортной науке.

В этой связи в журнале «Социалистический транспорт» инженер Г.И. Черномордик (в последствии - доктор наук, профессор) писал следующее о развитии железнодорожных станций и узлов: «На декабрьском пленуме ЦК ВКП(б) Л.М. Каганович так охарактеризовал положение с развитием станций на сети: «Была специальная теория – надо расширять станции, расширять станционные пути, иметь их в большом количестве для того, чтобы там отставались вагоны. Станция вместо пропускного пункта вагонов превращается в «отстойник вагонов» [9, с. 44-45]. Эти слова полностью могут быть отнесены и к практике проектирования станций совсем недавнего прошлого, и к практике сегодняшнего дня.

Необходимость нового научного подхода

Острая потребность в иных, народнохозяйственных критериях экономичности ощущалась многими. Доцент В. Орлов в статье «Против «теории» предела, за разработку новой методологии себестоимости перевозок» [5] подверг критике ученых-экономистов Е.В. Михальцева, А.С. Чудова, а также узкоотраслевую и оторванную от производства направленность учебного курса МИИТа («наука для науки»). Он говорил о необходимости перестройки науки о себестоимости перевозок на новых основах – народнохозяйственном, а не узкоотраслевом подходе.

О необходимости такой новой науки писал экономист С.К. Данилов, одновременно признававший, что новой науки еще нет, а «старая наука» - калькуляция себестоимости на транспорте.

Обстановка в стране была такова, что требовался рост производства и перевозок любыми способами: лучше бы, конечно, подлинно экономичными с народнохозяйственной точки зрения, но если такие способы еще не открыты, то нужен был рост экономического и оборонного потенциала и не экономичными способами. Именно ими и разгромили ученых-предельщиков.

Перед транспортной наукой была поставлена задача – выработать новые пути, но она не смогла этой задачи решить, ибо ведущие ученые- транспортники и инженеры были культурными, грамотными и по-своему честными специалистами, не принявшими, однако, нового мировоззрения. Устранение их из сфер, где они могли практически влиять на дальнейшее развитие транспорта, в этих условиях было неизбежным. Ведь метод «кнута», которым был обеспечен рывок транспорта вперед, мог дать лишь временный успех, а не устойчивое развитие и подъем транспорта. За этим рывком все равно потребовались многомиллиардные затраты, может быть, еще большие, чем предлагали раньше предельщики.

О том, как могли бы дальше развернуться события, если бы предельщики оставались в руководящих сферах транспорта, косвенно говорит история борьбы с «младопредельчеством», или «неопредельчеством», которую Л.М. Каганович вел в 1950-х гг. На Всесоюзном активе работников железнодорожного транспорта в 1950 г. он подверг критике некоторых «младопредельщиков», в частности, главного инженера управления движением МПС А.В. Басова. Мгновенно А.В. Басов был переведен из министерства на другую работу. Но как только состоялся июньский (1957 г.) пленум ЦК КПСС, устранивший Л.М. Кагановича из политической жизни как члена «антипартийной» группы, так А.В. Басов был немедленно возвращен на прежнюю

должность в МПС. Так же «автоматически» должны были бы вернуться и старые предельщики в МПС, как только было бы признано, что проведенные Л.М. Кагановичем мероприятия не обеспечили неуклонного подъема транспорта. Но этого Л.М. Каганович допустить не мог.

Все это сегодня вспоминается совсем не для того, чтобы кого-то оправдать, а кого-то обвинить. Это была схватка двух миров, столкновение старого и совсем еще не сформировавшегося, но уже бросившего вызов старому новому мировоззрению. Старое мировоззрение, точнее – отсутствие нового мировоззрения, – вот что, на наш взгляд, послужило главной причиной многих и многих трагедий, разыгравшихся тогда на транспорте и в стране.

Сказанное не означает, что в драме предельщиков не сыграл определенной роли личный момент. Наоборот, именно это наложило отпечаток на конкретный ход борьбы, которая велась особенно жестоко, как и во всякой борьбе, ведущейся без ясного понимания конечной цели.

Справедливости ради нужно признать, что и в критике буржуазных воззрений марксисты-транспортники были тогда устремлены не вперед, а назад, к теории К. Маркса, сложившейся на анализе классического капитализма. Будучи правоверными, вполне «ортодоксальными» марксистами и стараясь глубоко изучить труды К. Маркса, марксисты-транспортники проглядели те новые, не изученные К. Марксом, процессы, которыми характеризовался капитализм после первой мировой войны, и не выявили элементов новой общественной формации, складывавшейся в тот период.

Классический капитализм свободной конкуренции к концу XIX века, как известно, сменился новой формой капитализма – империализмом. В конце 20-х – начале 30-х годов, особенно после мирового экономического кризиса 1929-1932 гг., империализм, в свою очередь, стал уступать место новой формации – монополистическому капитализму. В каждой из этих формаций роль транспорта была особой, специфической, и ее-то должны были раскрыть экономисты марксистского толка. В новых условиях критике с их стороны подлежал не тот капитализм, который исследовал К. Маркс, а совсем другой капитализм, еще более жестокий (в чем мы убеждаемся сегодня), но иногда внешне более гуманный и благопристойный. Критика же велась с позиций не духа, а буквы учения К. Маркса и поэтому часто била мимо цели. Такая критика не могла воздействовать на умы прогрессивной части интеллигенции Запада, внимательно присматривавшейся в тот период ко всему происходившему в СССР, да и внутри страны не была убедительной для тех, кто трезво оценивал современные общественные процессы.

Сейчас говорят, что в этом виноват культ личности И.В. Сталина, что в той обстановке монополия на новые разработки и решения принадлежала лишь единственному человеку, а остальные якобы обрекались на роль простых исполнителей и комментаторов. На наш взгляд, это утверждение ошибочно, в нем спутаны причины и следствия.

Руководство партии остро чувствовало необходимость новой теории и говорило об этом в самых ясных выражениях, добиваясь, чтобы теоретическая работа не только поспевала за практикой, но и опережала ее, вооружая практиков в их борьбе за победу социализма.

Теория, если она является действительной теорией, должна была давать практикам силу ориентировки, ясность перспективы, уверенность в работе. И это было правильно: если бы наука вооружила руководящих работников железных дорог пониманием законов общественного развития, то 9/10 всех задач можно было бы считать решенными. Трудно спорить и с определением назначения науки, с которым выступал журнал «Социалистический транспорт». В соответствии с этим определением наука потому и называется наукой, что она не признает фетишей, не боится поднять руку на отжившее старое и чутко прислушивается к голосу опыта, практики.

Но призыв дать новую теорию остался без ответа, семя падало на совершенно неподготовленную почву, старая наука (и откровенно старая, и та, что в лице Коммунистической академии заявила претензию на роль новой) оказалась неспособной дать новую теорию не только на транспорте. В подобном положении страна оказалась и сегодня, в годы рыночных реформ.

Что же оставалось делать руководству страны? Поддерживать старую науку? Вряд ли это стоило делать, если говорить о совсем уже «чистой» науке, об оторванных от реальных дел самых абстрактных разделах науки. Обратиться за помощью к новой науке? Ее ростки сначала получили поддержку, но когда оказалось, что теории все-таки нет, коммунистического понимания техники, в частности транспорта, нет, что хочешь не хочешь, а нужно пока брать технику капиталистическую, а те люди, которых считали носителями новой науки, оказались способными только на критику капиталистической техники, то такая наука становилась, скорей, помехой, чем помощницей. Не удивительно поэтому, что в скором времени серьезной критике была подвергнута не только старая, но и архивная наука. В 1936 г. Коммунистическая академия была расформирована. В почете же оказалась та наука, которая не тянула назад, но и не стремилась вперед, а брала выдвинутые сверху лозунги и по мере сил научно их обосновывала.

Одним словом, монополия одного вождя на открытие новых истин не была им установлена, а установилась сама собой вследствие неспособности науки дать новую, с таким нетерпением ожидавшуюся тогда руководством теорию. Сил у марксистов в науке хватило тогда только на критику, и вскоре от наступления они вынуждены были перейти к глухой обороне, заняться безвредными повторениями идей вождя, прекратив выдавать собственные идеи, подчас путанные и вредные.

Марксистов-транспортников основательно подвела позиция пассивного ожидания, пока фронт буржуазных представлений будет прорван в фундаментальных науках – математике, физике, химии и т.п. Даже в наиболее бурный в транспортной науке период (начиная с 1932 г.) один из тогдашних руководителей теоретического фронта на транспорте В. Толстов писал: «Наши основные науки – математика, механика и физикохимия переживают бурный революционный период. Теоретическое обоснование этих наук методическими указаниями Коммунистической академии дает уверенность в дальнейшем их продвижении. Мы, научные работники транспорта, слишком мало в курсе последних достижений в этих науках, а также мало, вообще, применяем диалектический метод» [6].

Несмотря на то что другие, в особенности ведущие отрасли науки, не могли тогда совершить столь необ-

ходимого скачка – выхода на понимание категорий управления, организации и развития, это вовсе не означало, что транспортная наука должна была остановиться перед этим рубежом. В конкретной обстановке тех лет любая отрасль науки, связанная непосредственно с той или иной отраслью материального производства, могла бы при условии ясного осознания ею указанных категорий стать передовой, детерминирующей знания и ведущей вперед. Тем более такие возможности открывались перед транспортной наукой, во-первых, потому что в ней уже был накоплен известный опыт разработки понятий управления, организации и развития, во-вторых, потому что транспорт представляет собой не просто отрасль материального производства, а межотраслевой комплекс, неразрывно связанный тысячами нитей со всеми отраслями народного хозяйства. Таким образом, объективные возможности для совершения столь нужного тогда для нашей страны скачка в транспортной науке были, но они оставались нереализованными.

Борьба в науке характеризовалась в тот период не борьбой новых (т.е. системных) воззрений со старыми (т.е. элементарными), а столкновением двух видов старых (несистемных) воззрений. Причем новый социалистический мир при всей ненависти к сторонникам буржуазного, торгашеского подхода, «коммерсантам», для борьбы с ними использовал негодное оружие. Вот почему для этого нового мира и стала характерной фигура «ортодокса» и догматика.

И даже та передовая практика, которая должна была питать новую науку – стахановское движение – характеризовалась элементарным формализмом. И сегодня есть немало людей, которые готовы объявить выдумкой и пропагандой все то, что было официально поднято на щит в 1930-х годах. Они могут рассказать несколько случаев, когда стахановцам официально создавали особые благоприятные условия для постановки трудовых рекордов, и сделать из этого обобщающие выводы. Но это – полуправда.

Нельзя, конечно, отрицать, что некоторые «герои» тех лет были созданы искусственно и что изучение жизни того периода по газетным и журнальным материалам дает далеко не полную, не объективную картину. Однако также нелепо отрицать и действительно трудовой подъем у значительной части рабочих, крестьян и народной интеллигенции. Эпоха действительно нередко выдвигала на первый план новых людей, вчера еще рядовых тружеников, и многие люди искренне считали, что для них открыты все дороги.

Стахановцы на транспорте приложили немало усилий, проявили много сметки и умения, чтобы обеспечить улучшение работы на своих участках и рабочих местах. Разве не чудом должен казаться опыт работы составителя поездов М.М. Кожухаря, вновь открывшего забытый метод формирования составов параллельно с их накоплением (описанный еще инженером Кудреватовым в 1915 г.), если время на формирование состава сокращалось при этом до 12 минут при норме 85 минут.

И все же стахановцы транспорта видели тогда резервы для улучшения работы почти исключительно в ускорении отдельных операций, а не в совершенствовании всех звеньев транспортной системы. Это был типичный элементарный подход, который в принципе не мог дать коренного улучшения работы транспорта. Иногда ускорение одной операции приводило к уско-

рению процесса на данном производственном участке, но часто оно не достигало даже этой цели, поглощалось дополнительными потерями времени на последующих операциях или ростом межоперационных простоев. В условиях, когда железнодорожная станция в целом не улучшала работы, рекордная обработка составов, например, превращалась объективно в никому не нужное голое рекордсменство. Общий ход процесса перевозок определялся все же объективными взаимосвязями всех элементов транспортного комплекса, и воздействие только на один элемент (звено) не приводило и не могло привести к серьезному улучшению работы предприятия в целом. Рядовые работники транспорта могли не знать о существовании объективных экономических законов, но бессмысленность отдельных рекордов, не приводящих к общему улучшению работы, они улавливали часто быстрее инженеров и ученых. Таким образом, элементарный подход и формализм приводили к компрометации стахановских методов.

Сказанное, конечно, нельзя рассматривать как укор тогдашним новаторам производства. Таковы были условия, таков был общий уровень понимания задач. Явно поспешили с победными реляциями составители сборника трудов конференции МИИТа в 1936 г., утверждавшие, что под руководством наркома Л.М. Кагановича железнодорожный транспорт вышел на передовые позиции социалистического строительства и становится передовой, по-настоящему ведущей отраслью народного хозяйства. В период 1928-1936 гг. понимание принципиально нового типа транспорта, соответствующего социалистической формации, вырабатано не было, а потому и проблема единой транспортной сети не была по-настоящему поставлена и тем более решена.

Не дал сколько-нибудь заметных идей в постановке проблем социалистического транспорта и конец 1930-х годов. В 1937-1939 гг. продолжалось разоблачение предельщиков, вскоре перешедшее в разоблачение «врагов народа». В ходе судебных процессов над группами Пятакова, Бухарина, Рыкова и других были выявлены «организаторы вредительства на транспорте», в том числе и такие видные в прошлом работники аппарата НКПС, как С.А. Бессонов. Печатные выступления тех лет содержали, в основном, критику «вредителей» и одобрение курса Л.М. Кагановича, причем выступавшие менялись ролями подчас с калейдоскопической быстротой! В одном из номеров журнала «Социалистический транспорт» редактор В. Докукин ругает прежних руководителей редакции, буквально чуть ли не следующий номер журнала открывается передовицей с призывом «Преодолеть доукенщину до конца!».

Статьи и другие выступления тех лет были выдержаны в крайне острых тонах и содержали резкие оценки и тяжелые обвинения в адрес ученых и практиков, допуская ошибки предельческого характера. Приведем лишь два примера. В главном транспортном журнале «Социалистический транспорт» отмечалось, что в деле специализации поездов немало навредила фашистская агентура в эксплуатационной науке. Предельщики в своих вредительских «теориях» проповедовали якобы «неэффективность» маршрутизации, схоластическими расчетами обосновывали «выгодность» многочасовых простоев вагонов под накоплением. Один из авторитетных представителей экономической науки в своей монографии утверждал то же самое: «Тов. Л.М. Каганович

разгромил вредительно-предательские «теории» на транспорте. Предельчество служило прикрытием вредительских и диверсионных преступлений троцкистско-бухаринских японо-германских шпионов» [8, с. 518]. Главная устремленность этого труда Т.С. Хачатурова – восхваление того курса, который был взят на транспорте с приходом Л.М. Кагановича, и, в частности, выдвижение новых кадров, которые якобы были способны и готовы этот курс проводить в жизнь.

Проблема «частичного» человека и несистемного мышления

При оценке событий 1930-х годов не следует также упускать из вида мировоззренческий фактор. «Частичный» человек, продукт разделения труда, как правило, преследует только свою цель, не задумываясь о последствиях своих действий для последующих звеньев коллективного общественного производства. На этом фундаменте стоит все здание капиталистической экономики. Но поскольку производство протекает по объективным экономическим законам, последние в условиях действия «частичных» людей прокладывают себе дорогу как слепо действующая стихийная сила, так что результаты совместных усилий отдельных участников производства часто оказываются совсем не такими, каких ожидал каждый работник в отдельности. Эти деяния «частичных» людей без всякого злого умысла могут вызвать всеобщий экономический кризис, не менее масштабный и разрушительный, чем мировой кризис 1929-1932 гг., поставивший под угрозу само существование капиталистической системы. Такого рода «частичность», однако, не может служить основанием для обвинения больших групп людей во вредительстве. То, что каждый участник капиталистического производства стремится к выгоде для своей фирмы и самого себя, кажется в условиях товарного производства вполне здоровым и естественным способом существования.

Взяв в свои руки всю совокупность экономических связей в стране, государство тем не менее продолжало вести производство в каждом отдельном хозяйстве по принципу наибольшей выгоды для своего предприятия и даже целой отрасли. Каждое предприятие стремилось улучшить свои показатели, снизить себестоимость своей продукции. В условиях теснейшей связи всех звеньев общественного производства вести хозяйство в данном звене без ущерба для других звеньев можно было на основе только таких форм хозрасчета, которые бы соответствовали законам социалистического производства. Но теория социалистического хозяйствования таких форм транспортникам не предложила. Результаты совместной деятельности многих участников производства оказывались не такими, какие мог ожидать каждый из участников.

Этот итог, вполне понятный при капитализме, до конца не был осмыслен в условиях социализма. И в головах многих участников производства, особенно тех, кто честно работал на своем участке, создавалась почва, благоприятная для появления мыслей о существовании вредителей где-то в смежных звеньях. Эта мысль, однажды высказанная, могла оказаться правдоподобной многим и многим людям.

При отсутствии подлинно научной теории вести производство и плановое хозяйство в целом, не ущемляя интересов партнеров и не давая ущемить свои интересы, было делом почти невозможным, а любое про-

явление хозяйственного эгоизма в те годы могло породить обвинения во вредительстве. Вредителем казался и тот, кто обирал потребителя в угоду интересам своего предприятия, и тот, кто не воспользовался возможностью обобрать потребителя.

Выше уже говорилось о компрометации многих станхановских методов формализмом. Конец 1930-х годов показал эфемерность многих этих методов. Всего лишь в 1935-1936 гг. зародились методы работы составителей поездов К.С. Краснова, М.М. Кожухаря и других новаторов, а уже в 1938 г. в первом номере журнала «Социалистический транспорт» Л.М. Каганович призывал «восстановить эти позабытые методы». Все это могло показаться диким и совершаемым не без умысла. Господство представлений «частичного» человека и старой науки в новых условиях обернулось трагедией для тысяч людей, в итоге (в конце 1980-х годов) и для страны в целом.

В главном нарком был прав?

Конец 1930-х годов ознаменовался заметными изменениями в отношении Академии наук СССР к проблемам транспорта. В 1938 г. В.Н. Образцов, руководивший с 1936 г. НИИЖТом, разрабатывает транспортную тематику для АН СССР, избирается академиком и организует секцию по научной разработке проблем транспорта в системе АН СССР. В основу работы этой секции была положена концепция комплексности в развитии сети и работе всех видов транспорта. С 1940 г. серию публикаций В.Н. Образцова можно считать последним этапом его работы над проблемами единой транспортной сети и общей теории транспорта.

Факт отсутствия научной теории транспорта для условий социализма к концу 1930-х годов был уже в значительной мере осознан. В передовой статье журнала «Социалистический транспорт» по этому поводу говорилось, что транспорт должен быть организован на действительно рациональных и научных принципах. Подчеркивалось, что настало время разработать крупнейшие теоретические вопросы, вытекающие из необходимости создания единого технического плана реконструкции железных дорог, из конвейерного характера транспорта.

Журнал критиковал научных работников транспорта за кустарщину и дублирование в исследованиях, занятие узкотехническими и вообще второстепенными вопросами, отрыв от передовой практики, отрыв техники от экономики, пренебрежение положительным отечественным опытом и т.д.

Однако надеяться на скорый решительный перелом в этом деле не приходилось: приближалась война, и в печати все чаще появлялись статьи о работе транспорта в военных условиях. Правда, эти вопросы разбирались, если оценивать их с современных позиций, с учетом опыта прошедшей войны, на недостаточно высоком уровне. В.Н. Образцов и многие другие специалисты транспорта подчеркивали в своих статьях, что методы ведения войны сильно изменились по сравнению с первой мировой войной, но предвидеть действительный масштаб этих изменений они не могли.

Тем не менее, нужно признать, что за годы предвоенных пятилеток транспорт страны значительно окреп

(в том числе, благодаря жесткой государственной политике наркома Л.М. Кагановича). Было построено более 13 тыс. км новых железнодорожных линий [7]. Более половины новостроек размещалось в районах со слабо развитой транспортной сетью, в периферийных частях страны, что способствовало их ускоренному экономическому и культурному росту.

Подвижной состав советских железных дорог был самым молодым в мире, что в немалой степени определяло высокую эффективность его использования в период Великой Отечественной войны и первые послевоенные годы. Производственные основные фонды транспорта и связи к 1940 г. увеличились по сравнению с 1913 г. в 4,9 раза, а протяженность электрифицированных участков достигла 1865 км. Доля всех видов транспорта в капитальных вложениях в народное хозяйство в предвоенные годы достигла 20%, а в основных фондах – почти 16% [7, с. 91].

Одновременно с техническим перевооружением транспорта повышался общий организационно-технологический уровень его работы.

Аппарат НКПС усилил внимание к координации деятельности основных главков, согласованию экономических нужд мирного времени с оборонными требованиями. Однако техническое перевооружение и реконструкция железных дорог были далеко не завершены. Многие работы на линиях в напряженные военные годы выполнялись «под колесами» – без перерыва движения поездов. При этом приходилось не только повышать техническую вооруженность участков, станций и узлов, но и осуществлять комплекс работ специального назначения (строительство обходов крупных железнодорожных узлов и соединительных линий, организацию погрузочно-разгрузочных районов, подготовку средств технического и боевого прикрытия объектов железнодорожного транспорта и др.).

Необходимость серьезной заблаговременной подготовки железных дорог страны к работе в чрезвычайных ситуациях подтвердили события на Дальнем Востоке, в западных областях Украины и Белоруссии, на Карельском перешейке.

В период боевых действий на Халкин-Голе (август 1939 г.) железнодорожный транспорт справился с воинскими перевозками, доставив в район конфликта крупные войсковые соединения. Но эта кампания выявила одновременно и серьезные недостатки в организации воинских перевозок и работе транспортной сети в целом.

Литература

1. Данилов С. Экономические проблемы перехода в высший класс работы / С. Данилов // Социалистический транспорт. - 1936. - №9. - С. 57-71.
2. За большевистскую науку, против «теории предела» // Социалистический транспорт. - 1936. - №1. - С. 1-8.
3. Каганович Л.М. Год подъема и ближайшие задачи железнодорожного транспорта/ Л.М. Каганович // Социалистический транспорт. - 1936. - №3. - С. 9-10.
4. Научная мысль в развитии транспорта России: историческая ретроспектива, проблемные вопросы и стратегические ориентиры. Монография /под ред. проф. Горина В.С. и проф. Персианова В.А. – М.: Изд-во «ТрансЛит», 2019. – 496 с.

5. Орлов В. Против «теории» предела, за разработку новой методологии себестоимости перевозок/ В. Орлов // Социалистический транспорт. -1936. – №3. – С.65-76.

6. Толстов В. Перспективы научной работы на транспорте/ В. Толстов // Социалистический транспорт. - 1931. – №4-5. – С.10.

7. Транспорт Страны Советов: итоги за 70 лет и перспективы развития /И.В. Белов, В.А. Персианов, Б.А. Волков и др. Под ред. И.В. Белова. – М.: Транспорт,1987. – 311 с.

8. Хачатуров Т.С. Размещение транспорта в капиталистических странах и в СССР / Т.С. Хачатуров. – М.,1939. – С. 518.

9. Черномордик Г. Проект новых правил проектирования железных дорог / Г. Черномордик // Социалистический транспорт. - 1936. – №7. – С. 44-45.

Сведения об авторе

Персианов Владимир Александрович. Доктор экон. наук, профессор ГУУ. Заслуженный деятель науки РФ, действительный член Российской академии транспорта (1991), Международной академии транспорта (1998), директор Института управления на транспорте и логистики ГУУ (1994-2008 гг.), заведующий кафедрой Управления пассажирскими перевозками Государственного университета управления (2001-2012 гг.). Автор более 300 научных публикаций – монографий, учебников, журнальных статей.

109542, Москва, Рязанский проспект, д. 99

Тел.: 8 962 903 97 79

E-mail: p-val@yandex.ru.

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АВТОМАТИЗАЦИИ
ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РЕШЕНИЙ ПОЕЗДНЫХ ДИСПЕТЧЕРОВ**

Доктор техн. наук, профессор **Кокурин И.М.**
(Институт проблем транспорта им. Н. С. Соломенко
Российской академии наук, Санкт-Петербург)

Доктор техн. наук, доцент **Ефанов Д.В.**
(Российский университет транспорта. РУТ – МИИТ)

**TECHNOLOGICAL BASICS OF THE AUTOMATION
INFORMATION SUPPORT FOR TRAFFIC DISPATCHERS SOLUTIONS**

Doctor (Tech), Professor **Kokurin I.M.**
(Institute for Transport Problems named after N. S. Solomenko Russian Academy of Sciences, St. Petersburg)

Doctor (Tech), Associate Professor **Efanov D.V.**
(Russian University of Transport, Moscow)

Железнодорожный транспорт; организация и управление движением поездов; поездной диспетчер; автоматизация информационного обеспечения диспетчеров; минимизация стоянок, затраты времени при обгонах поездов.

Railway transport; traffic planning and control; traffic dispatcher; informative support automatic for decision making; train pass; trains stops, moving time minimization.

Статья содержит обоснования технологических и технических основ автоматизации информационного обеспечения принятия решений поездными диспетчерами, управляющими движением поездов и местной работой на железнодорожных участках. Наиболее сложные задачи поездной диспетчер решает при возникновении существенных отклонений движения поездов от расписания. При этом у диспетчера возникает необходимость изменения предусмотренных нормативным расписанием станций обгона поездов. Предлагается на основе тяговых расчетов повысить точность прогнозирования параметров движения поездов, что позволит оптимально определять станции обгона по критериям сокращения стоянок обгоняемых поездов и исключения задержек обгоняющих.

The article contains the substantiation of the technological and technical bases of automation information support for decision-making by traffic dispatchers who control the movement of trains and local work on railway sections.

The traffic dispatcher solves the most difficult tasks when there are significant deviations from the schedule due to delays. At the same time, the dispatcher needs to change the train overtaking stations. It is proposed to improve the accuracy of forecasting train parameters based on traction calculations. This makes it possible to optimally determine the train overtaking stations according to the criteria for reducing the stops of overtaken trains and eliminating overtaking delays.

Введение

Основная задача железнодорожного транспорта состоит в обеспечении договорных сроков перевозок пассажиров и грузов в пункты назначения. С этой целью железнодорожный транспорт объединяет в единый комплекс инфраструктурные компоненты, включая технические средства пути, энергоснабжение, подвижной состав и системы управления движением поездов [1 – 4]. Комплекс делится на железные дороги, районы управления и диспетчерские участки. Движением на каждом диспетчерском участке единолично управляет поездной диспетчер. Обработывая оперативно получаемую информацию, он организует пропуск поездов, руководствуясь нормативным или вариантным графиками движения поездов.

Сложность технологического процесса перевозок, которая увеличивается в условиях регулярно проводимых работ по техническому обслуживанию, ремонту и модернизации инфраструктуры, серьезно затрудняет автоматизацию процессов принятия и выполнения ре-

шений поездными диспетчерами. Работы в этом направлении ведутся как в России, так и за рубежом. В данной статье авторы основное внимание уделяют автоматизации информационного обеспечения решений поездных диспетчеров.

**Технология автоматизации информационного
обеспечения поездных диспетчеров**

На железных дорогах Российской Федерации [4] основным средством интервального регулирования движения поездов является числовая кодовая автоблокировка (ЧКАБ) с автоматической локомотивной сигнализацией непрерывного действия (АЛСН). В этой системе в качестве канала передачи информации между путевыми светофорами и поездными локомотивами используют рельсовые цепи. Широко внедряется система автоматической блокировки с тональными рельсовыми цепями и центральным размещением аппаратуры, которая на высокоскоростных и скоростных линиях дополняется многозначной автоматической локомотивной сигнализацией (АЛС-ЕН). Опыт железных дорог

ЕС, нацеленный на отказ от светофорной сигнализации и переход к использованию цифровых технологий, внимательно анализируется.

В процессах организации железнодорожного движения основным ресурсом являются интервалы времени суток, которые предоставляются в нормативном графике каждому поезду для проследования по диспетчерскому участку. Главное достоинство графиковой организации движения поездов состоит в том, что оперативно-диспетчерский персонал и все причастные организации получают наиболее точный прогноз моментов времени прибытия и отправления поездов для всех станций диспетчерских участков. Это обеспечивает всему персоналу, выполняющему перевозки, и прежде всего поездным диспетчерам, наилучшее информационное обеспечение для восстановления движения поездов по графику при случайных задержках. В случае существенных задержек возникает сложная задача изменения станций обгона, предусмотренных нормативным графиком. В этих условиях диспетчеру приходится прогнозировать указанные моменты времени для обгоняемого и обгоняющего поездов на основе оперативно получаемых статистических данных о затратах времени на движение к участку и проследование по части участка.

Автоматизация решения этой сложной задачи на основе теории массового обслуживания не может быть

достигнута, поскольку эта теория рассматривает потоки поездов без прогноза указанных моментов времени. Поэтому предлагается использовать имитационное моделирование на основе тяговых расчетов [1, 2] параметров движения реальных поездов с известными характеристиками (масса, длина, тяговая характеристика локомотива, тормозная характеристика поезда, сопротивление движению, спрямленный профиль пути).

Исследования показывают, что автоматизация информационного обеспечения поездного диспетчера должна надежно обеспечивать своевременное поступление всей приемлемо точной информации за достаточное время для принятия, корректировки и выполнения оптимальных решений. При этом в качестве критериев оптимизации следует использовать **минимизацию длительностей стоянок и затрат времени поездов на проследование диспетчерских участков**.

Технологию автоматизации принятия и выполнения решения о выборе, не предусмотренной нормативным графиком станции обгона поезда $j-1$ поездом j , предлагается рассмотреть на основе построения прогнозируемых линий времени их хода $t_{x,j-1} = f_{x,j-1}(S)$ и $t_{x,j} = f_{x,j}(S)$, получаемых методом тяговых расчетов в зависимости от расстояний, проходимых центром тяжести каждого из поездов (рис. 1).

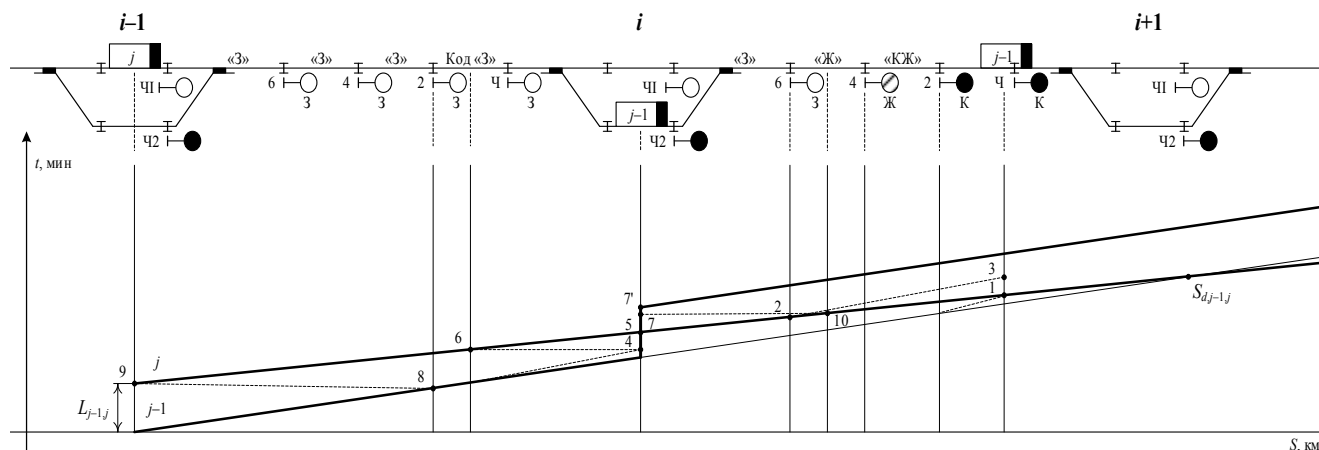


Рис. 1. Технология выбора станции обгона поезда $j-1$

Такой метод создает точную и наглядную связь времени движения поезда с координатой пути, что необходимо для определения сигнальных показаний напольных и локомотивных светофоров, увязанных с расположением поездов и определяющих допустимые скорости движения [5, 6].

Численное решение нелинейного дифференциального уравнения движения поезда [4] следует выполнять с достаточно малым шагом интегрирования по расстоянию ΔS , который обеспечивает требуемую точность расчетов. При определении моментов времени занятия головой поезда блок-участка или изолированной секцией станции необходимо увеличивать координату его центра тяжести на половину длины поезда, а при определении моментов времени их освобождения хвостом поезда – уменьшать.

Для получения зависимости ускорения поезда $a = \frac{dv}{dt}$ от удельной равнодействующей силы $(f_k \pm \omega_k - b_t)$ воспользуемся вторым законом Ньютона:

$$S = \sum \Delta S; \quad (1)$$

где $(f_k \pm \omega_k - b_t)$ – действующие на поезд удельные силы тяги локомотива, сопротивления движению и торможения поезда, зависящие от скорости поезда v ; ζ – коэффициент, полученный делением на 1000 ускорения силы тяжести $127137,6 \text{ км/ч}^2$, учитывая размерность удельной силы Н/кН, а также ее затраты на вращение частей подвижного состава (правила тяговых расчетов рекомендуют принимать $\zeta = 120$ для поездов при всех эксплуатационных расчетах).

Интегрирование полученного дифференциального уравнения позволяет получать зависимости времени t хода поезда от скорости v и пройденного расстояния S . Интегрируя в пределах изменения времени от t_n до t_k и скорости от v_n до v_k , получим:

$$\Delta t = t_k - t_n = \frac{1}{\zeta} \int_{v_n}^{v_k} \frac{dv}{f_k \pm \omega_k - b_t}. \quad (2)$$

Заменяя в уравнении (1) dt на $\frac{ds}{v}$ и интегрируя обе части, найдем путь $\Delta S = S_k - S_n$, проходимый поездом при указанном изменении скорости,

$$dS = \frac{v dv}{\zeta (f_k \pm \omega_k - b_t)};$$

$$\Delta S = \frac{1}{\zeta} \int_{v_n}^{v_k} \frac{v dv}{f_k \pm \omega_k - b_t}. \quad (3)$$

В пределах малых приращений скорости $\Delta v = v_k - v_n$ значение равнодействующей силы можно считать постоянным и равным среднему значению. Интегрируя правые части уравнений, получим:

$$\Delta t = \frac{v_k - v_n}{\zeta (f_k \pm \omega_k - b_t)};$$

$$\Delta S = \frac{v_k^2 - v_n^2}{2\zeta (f_k \pm \omega_k - b_t)}. \quad (4)$$

При достижении равенства движущих сил силам сопротивления движению равнодействующая сила становится равной нулю. В такие промежутки времени необходимо принимать скорость поезда равной достигнутой до момента появления равнодействующей силы.

Заменяя $v_k^2 - v_n^2$ на $(v_k + v_n)(v_k - v_n)$ и используя $\frac{v_k + v_n}{2}$ как среднюю скорость, объединим два выражения (4) в одно и получим $\Delta S = \Delta t \frac{v_k + v_n}{2}$.

Для определения расчетных соотношений при шаге интегрирования ΔS , заменяя v_k на $v(S + \Delta S)$ и v_n на $v(S)$, получим:

$$S = \sum \Delta S;$$

$$t(S + \Delta S) = t(S) + \frac{2\Delta S}{v(S + \Delta S) - v(S)}. \quad (5)$$

Для обгона (см. рис. 1) поезда $j-1$ приоритетным поездом j станция i может быть использована при условии, что прогнозируемое межпоездное расстояние между этими поездами, с учетом снижения скорости для остановки обгоняемого поезда на боковом пути станции обгона, достаточно для исключения ненужного

появления на локомотивном светофоре обгоняющего поезда желтого огня, который потребует снижения скорости. Это требование выполняется при проследовании путевого светофора с желтым огнем, движении по стрелочным переводам и в режиме приближения к светофору с красным огнем. Указанное межпоездное расстояние зависит от количества сигнальных показаний автоблокировки и локомотивной сигнализации, величины межпоездного интервала, разности скоростей поездов, длины блок-участков и защитных участков.

Выбор станции обгона следует начинать с определения координаты пути $S_{d_{j,j-1}}$, в которой прогнозируемые линии времен хода обгоняемого $j-1$ и обгоняющего j поездов пересекаются. При достижении этой координаты обгоняемым поездом, система интервального регулирования (автоблокировка, локомотивная сигнализация или иная), исключая столкновение поездов, обеспечит снижение скорости обгоняющего поезда.

Первоначально на рис. 1 рассматривается возможность обгона поезда $j-1$ на станции $i+1$. Поэтому обгоняемый поезд принимается на боковой путь станции $i+1$ с остановкой для пропуска без остановки обгоняющего поезда, при сигнальном показании «два желтых огня» на входном светофоре Ч. От этого светофора в рельсовую цепь до светофора 2 подается код «ж». При вступлении обгоняемого поезда на эту рельсовую цепь на локомотивном светофоре появляется желтый огонь. Машинист или система автоведения снизит скорость поезда по штриховой линии, которая в точке 1 пересекается с линией хода обгоняющего поезда, смещая в эту точку координату $S_{d_{j,j-1}}$.

В прогнозируемый момент времени, соответствующий точке 1, обгоняемый поезд будет занимать блок-участок за светофором 2. На этом светофоре будет «красный огонь», а на светофоре 4 – «желтый огонь», от которого в блок-участок до светофора 6 будет поступать код «ж». Проезжая светофор 6, машинист обгоняющего поезда j воспримет желтый огонь на локомотивном светофоре и начнет снижать скорость (линия 2–3). Это приведет к задержке обгоняющего поезда и потере энергии на тягу. Поэтому станция $i+1$ не годится для обгона поезда $j-1$ и следует проверить возможность обгона на станции i .

Для приема обгоняемого поезда на второй путь станции i на входном светофоре Ч используется сигнальное показание «два желтых огня». В блок-участок между светофорами Ч и 2 поступит код «ж» и на светофоре 2 включится «желтый мигающий огонь». В блок-участок между светофорами 2 и 4 поступит код «з» и на светофоре 4 появится «зеленый огонь». Проезжая светофор 2, машинист обгоняемого поезда начнет снижение скорости, на светофоре 2 появится «красный огонь». Линия 8–9 определит в это время координату обгоняющего поезда на станции $i-1$ перед светофором Ч1 с «зеленым огнем».

В момент прибытия обгоняемого поезда $j-1$ на станцию обгона i с учетом замедления, обусловленного остановкой на станции обгона (линия 8–4), обгоняющий поезд (линия 4–6) будет перед светофором Ч с «зеленым огнем». Следовательно, задержка обгоня-

щего поезда не произойдет, и обгон может быть выполнен на станции i .

При попытке обгона на станции $i-1$ обгоняемый поезд прибывает на эту станцию ранее, чем на станцию i , и его стоянка в ожидании проследования обгоняющего поезда станет продолжительнее, чем на станции i . Поэтому для обгона следует использовать станцию i , если выполняются дополнительные местные условия (наличие станционного пути соответствующей полезной длины, возможность остановки обгоняемого тяжеловесного поезда и т.д.).

Во времени прибытия обгоняемого поезда на станцию обгона система централизации фиксирует моменты времени: освобождения обгоняемым поездом $t_{j-1,r,i}$ и размыкания изолированных секций маршрута приема $\tau_{j-1,dl,i}$, которые позволяют открыть входной светофор обгоняющему поезду j . Для этого необходимо затратить время $\tau_{j,l,i}$ на принятие решения дежурным по станции или поездным диспетчером и на передачу распоряжения о приготовлении маршрута приема. Это делается посредством воздействия на пульт управления на перевод стрелок по маршруту и открытие входного светофора. Эти моменты времени необходимо включить в прогнозируемое время $t_{a,j-1,i}$ прибытия поезда $j-1$ на станцию i планируемого обгона:

$$t_{a,j-1,i} = t_{j-1,r,i} + \tau_{j-1,dl,i} + \tau_{j,l,i}. \quad (6)$$

В итоге, момент времени (точка 4 на рис. 1) соответствует открытию входного светофора Ч поезду j для безостановочного пропуска по главному пути ИП станции i , когда обгоняемый поезд $j-1$ расположился в пределах полезной длины станционного пути 2П. Пересечение линии 4 – 6 с линией хода обгоняемого поезда определяет положение последнего в этот момент времени. Прибытию обгоняющего поезда на станцию обгона соответствует точка 5.

Интервал времени, который образуется на пересечении линии, проходящей через центры тяжести обоих поездов на станции i , с линиями их хода (точки 4 и 5), равен прогнозируемому интервалу попутного прибытия поездов $j-1$ и j на станцию обгона i .

Отправить со станции i обгоняемый поезд $j-1$ станет возможным после того, как хвост обгоняющего поезда j освободит первый блок-участок удаления $t_{j,r1,i}$, расположенный перед светофором 6, будет открыт выходной светофор Ч₂ $\tau_{j-1,sd,i}$ поезду $j-1$,

и поезд займет первую изолированную секцию маршрута отправления $\tau_{j-1,lo1,i}$. В итоге момент времени отправления обгоняемого поезда составит: $t_{d,j-1,i} = t_{j,r1,i} + \tau_{j-1,sd,i} + \tau_{j-1,lo1,i}$, а линия, проходящая через центр тяжести обгоняемого поезда, пересечется с линией его хода в точке 10.

Точка 7 соответствует моменту времени $t_{j,r1,i}$, а точка 7' - времени отправления обгоняемого поезда со станции i . Промежуток времени между точками 5 и 7' соответствует станционному интервалу попутного отправления. Расчетные интервалы попутного прибытия и попутного отправления необходимы для построения фрагмента прогнозируемого графика движения поездов.

При малом различии скоростей поездов линии их хода в пределах диспетчерского участка могут не пересекаться. В этом случае у поездного диспетчера возникает необходимость определять моменты времени поступления этих поездов на соседний диспетчерский участок, учитывая расположение поездов, условия их движения и местные особенности участков.

Представленное описание технологии определения станции обгона является основой построения алгоритма автоматического решения этой задачи, однако определение приоритета поезда j над поездом $j-1$, учитывая множество условий этого процесса при отклонениях поездов от нормативного графика, на первом этапе автоматизации, целесообразно оставить функцией поездного диспетчера.

Алгоритм определения станции обгона

Для разработки алгоритма автоматизации решения задачи по выбору станции обгона предлагается следующий набор правил.

Правило 1. Если обгоняющий поезд догонит обгоняемый на перегоне, то обгон на впереди расположенной станции повлечет задержку обгоняющего поезда. При недопустимой задержке следует проверить возможность обгона на предыдущей станции.

Правило 2. Если обгоняемый поезд своевременно освободит маршрут приема обгоняющему, что позволит открыть входной светофор в момент времени, не вызывающий недопустимое снижение скорости обгоняющего поезда, то рассматриваемую станцию i следует использовать для обгона.

Правило 3. Перенос обгона на предыдущую станцию $i-1$ в этом случае повлечет увеличение стоянки обгоняемого поезда в ожидании пропуска обгоняющего.

Алгоритм определения координаты пути, в которой обгоняющий поезд догонит обгоняемый, может быть представлен в следующем виде:

$$(B)t_{p_{j-1}} \left(S_{j-1} + \sum_{i=1}^m \Delta S_i \right) = t_{p_j} \left(S_j + \sum_{i=1}^m \Delta S_i \right) + I_{j-1,j}(A) \begin{cases} \text{«Нет»} & S_m = S_j + \sum_{i=1}^m \Delta S_i > S_k \\ \text{«Да»} & S_m = S_j + \sum_{i=1}^m \Delta S_i \end{cases} + \Delta S_i B \quad (7)$$

В формуле (7): A – оператор алгоритма, проверяющий наличие равенства прогнозируемых моментов времени движения обоих поездов, что соответствует времени расположения центров их тяжести на одной координате $S_{d_{j,j-1}}$; m – количество шагов интегрирования и суммирования $+\Delta S_i$, когда обгоняющий поезд догонит обгоняемый; S_j и S_{j-1} – координаты обгоняющего и обгоняемого поездов в момент начала отсчета текущего времени.

Если равенство не достигнуто (результат сравнения «Нет»), то происходит увеличение пройденных расстояний на $+\Delta S_i$, вычисление нового результата – сравнение величин времени хода обоих поездов.

Если расстояние, пройденное обгоняющим поездом, $S_m = S_j + \sum_{i=1}^m \Delta S_i > S_k$ превысит координату конца диспетчерского участка S_k , то диспетчер прогнозиру-

ет момент времени поступления поезда на соседний участок.

Если равенство времен достигнуто (результат сравнения «Да»), то рассчитывается координата обгоняющего поезда $S_m = S_j + \sum_{i=1}^m \Delta S_i$ и определяется распо-

ложение обгоняющего поезда относительно впереди расположенной станции.

В рассматриваемом случае (см. рис. 1) координата догона располагается на перегоне перед станцией $i+1$, между проходными светофорами 4 и 6, что повлечет задержку обгоняющего поезда, и означает непригодность этой станции для обгона.

Возможность использования станции i для обгона поезда $j-1$ определяется в момент времени открытия входного светофора станции i для приема обгоняющего поезда, когда обгоняемый поезд остановится на боковом пути:

$$(B)t_{p_j} \left(S_j + \sum_{i=1}^n \Delta S_i \right) + L_{j-1,j} = t_{p_{j-1}} \left(S_{j-1} + \sum_{i=1}^n \Delta S_i \right) + \tau_{p_{j-1,j}}(A) \quad (8)$$

$$\left(S_{j-1} + \sum_{i=1}^n \Delta S_i \right) - \left(S_j + \sum_{i=1}^n \Delta S_i \right) \geq N_{bl}^a(A)$$

В формуле (8) оператор B – это переход алгоритма к оператору (B) ; n – количество шагов расчета, при котором обгоняемый поезд освобождает секции маршрута обгоняющему; $\tau_{p,j-1}$ – затраты времени на освобождение секций маршрута приема обгоняемым поездом и открытие входного светофора обгоняющему; N_{bl}^a – количество блок-участков между обгоняемым и обгоняющим поездами, обеспечивающее движение обгоняющего при зеленых сигнальных показаниях локомотивного светофора (верхний индекс обозначает значность автоблокировки, при трехзначной автоблокировке $a = 3$ и $N_{bl}^a = 2$).

Если проверяемое условие не достигнуто, то обгоняющий поезд будет двигаться при желтом огне локомотивного светофора, что недопустимо, и обгон поезда $j-1$ следует выполнить на предыдущей станции $i-1$. При выполнении условия расстояние между поездами обеспечивает движение обгоняющего поезда при зеленых сигнальных показаниях локомотивного светофора, и обгон следует выполнить на станции i .

Рекомендуемое автоматизированной системой решение о выборе станции обгона представляется поезвному диспетчеру в виде прогнозируемого фрагмента графика движения поездов для анализа возможности выполнения [1–4, 7–15]. Использование современных средств передачи информации позволяет повышать уровень автоматизации процессов принятия решений и их выполнения после одобрения предлагаемого варианта поездным диспетчером и машинистом.

Выводы

Представленные в настоящей статье технологические основы и алгоритмы предназначены для разработки программного обеспечения систем оперативного управления движением поездов. Использование компьютерной программы, включающей тяговые расчеты, на рабочих местах поездных диспетчеров позволит повысить уровень автоматизации информационного обеспечения, включая прогнозирование моментов времени прибытия и отправления, решение задач оптимального выбора станций обгона и центрального автоведения поездов.

Литература

1. Кокурин И.М., Васильев А.Б. Автоматизация информационной поддержки принятия решений поездным диспетчером при организации движения поездов // Автоматика на транспорте. – 2015. – Том 1. – №2. – С. 156-167.
2. Кокурин И.М. Теоретические и технологические основы построения адаптивной системы диспетчерской централизации // Автоматика на транспорте. – 2017. – Том 3. – №3. – С. 345-354.
3. D. Efanov, G. Osadchy “Paradigms for Building Control Systems on Railroad Transport: from the Systems of Electrical Interlocking of Points and Light Signals to Smart Grid Train Movements Controlling Systems”, Proceedings of 16th IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS'2018), Kazan, Russia, September 14-17, 2018, pp. 213-220, DOI: 10.1109/EWDTS.2018.8524809.
4. Воронин В.А. Защитный участок: элемент безопасности или пережиток прошлого? // Железнодорожный транспорт. – 2019. – №3. – С. 25-27.
5. Кокурин И.М., Кондратенко Л.Ф. Эксплуатационные основы устройств железнодорожной автоматики и телемеханики. – М.: Транспорт, 1989. – 184 с.
6. Правила тяговых расчетов для поездной работы. Утверждены распоряжением ОАО «РЖД» от 12.05.2016 N 867 р.
7. Arend L., Pott L., Hoffmann N., Schanck R. ETCS Level 2 without GSM-R // Signal+Draht, 2018, (110), 10, pp. 18-28.
8. Prüter F., Hintze P. But That's Not the Kilometre in the Plan! – The Potential of Georeferenced Railway Infrastructure Data // Signal+Draht, 2018, (110), 11, pp. 6-15.
9. Takashige T. Signalling Systems for Safe Railway Transport // Japan Railway & Transport Review 21, 1999, pp. 44-50.
10. Hall C. Modern Signalling: 5th edition. – UK, Shepperton: Ian Allan Ltd, 2016, 144 p.
11. Theeg G., Vlasenko S. Railway Signalling & Interlocking: 3ed Edition. – Germany, Leverkusen PMC Media House GmbH, 2020, 552 p.
12. 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), Kazan, Russia, September 14-17, 2018, pp. 140-146, DOI: 11109/EWDTS.2018.8524676.
13. Reakes M. Management of Integrated Training Systems // IEEE Conference on Aerospace and Electronics, Dayton, OH, USA, 21-25 May 1990, vol. 2, pp. 924-928, DOI: 10.1109/NAECON.1990.112894.
14. Pan D., Zheng Y., Zhang C. On Intelligent Automatic Train Control of Railway Moving Automatic Block Systems Based on Multi-Agent Systems // Proceedings of the 29th Chinese Control Conference, Beijing, China, 29-31 July 2010, pp. 4471-4476.
15. Kokurin J.M., Efanov D.V. Technological Foundations of Traffic Controller Data Support Automation // Proceedings of 17th IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS'2019), Batumi, Georgia, September 13-16, 2019, pp. 176-180, DOI: 10.1109/EWDTS.2019.8884410.

Сведения об авторах

Кокурин Иосиф Михайлович, доктор техн. наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории «Проблемы организации транспортных систем» Института проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук, 199178, Санкт-Петербург, 12-я линия ВО, д. 13.

Тел.: (+7 921) 963-3587.

E-mail: kokyrim@mail.ru.

Ефанов Дмитрий Викторович, доктор техн. наук, доцент, профессор кафедры «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте» Российского университета транспорта (РУТ - МИИТ),

127994, Москва, ул. Образцова, 9, стр. 9;

руководитель направления комплексных систем управления ООО «ЛокоТех-Сигнал»,

107113, Москва, ул. 3-я Рыбинская, 18, стр. 22.

Тел.: +7 (911) 709-2164.

E-mail: TrES-4b@yandex.ru.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ПОДХОДА К ЗАЩИТЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРОГРАММНЫМИ МЕТОДАМИ

Доктор техн. наук, профессор **Медведев Ю.С.**
(Северо-Кавказский филиал ФГБОУ ВО «Российский государственный
университет правосудия», г. Краснодар)
Кандидат техн. наук, доцент **Терехов В.В.**
(Краснодарское высшее военное авиационное училище лётчиков
имени Героя Советского Союза А.К. Серова)

USING AN INTEGRATED APPROACH TO PROTECTION OF INFORMATION SYSTEMS BY SOFTWARE METHODS

Doctor (Tech.), Professor **Medvedev Y.S.**
(North-Caucasian branch of «Russian state University of justice», Krasnodar)
Ph.D. (Tech.), Associate Professor **Terekhov V. V.**
(Krasnodar higher military aviation school for pilots
the name of the Hero of Soviet Union A. K. Serov)

Информационная безопасность, аутентификация, ресурсы, защита информации, авторизация, идентичность, модель, база данных, протокол, запрос, сервер.

Information security, authentication, resources, information security, authorization, identity, model, database, Protocol, request, server.

Организация защищённой среды обработки информации требует комплексного подхода. Тщательное проектирование, тестирование приложения повышает защищённость информационной системы от преднамеренных воздействий, способных нанести ущерб информационной системе. В статье рассмотрен выбор одного из вариантов организации защищённой среды обработки информации с использованием комплексного подхода и общедоступных каналов передачи данных в процедурах идентификации и аутентификации информационной системы.

The organization of a secure information processing environment requires an integrated approach. Careful design and testing of the application increases the security of the information system from intentional impacts that can cause damage to the information system. The article considers the choice of one of the options for the organization of a secure information processing environment using an integrated approach, with the use of public data transmission channels in the identification and authentication procedures of the information system.

Обеспечение актуальности и непротиворечивости информации, защищённости от несанкционированного доступа является важнейшим аспектом информационной безопасности автоматизированных информационных систем, ориентированных на повышение эффективности управления транспортным предприятием. Организация защищённой среды обработки информации требует комплексного подхода [1].

Одним из наиболее простых и доступных программных методов защиты информации являются методы аутентификации.

К наиболее совершенным методам аутентификации на сегодняшний день относят биометрические (например, системы аутентификации по форме ладони, по голосу и лицу, по узору сетчатки и радужной оболочки глаз, дактилоскопические системы). Их используют в качестве механизма доступа к секретному криптографическому ключу для шифрования передаваемой через Web информации.

Распространение технологий биометрической аутентификации пользователей сдерживается требованиями, предъявляемыми к оборудованию для аутентификации. Поэтому, как и три десятилетия назад, для web-

ориентированных информационных систем наиболее широко используется аутентификация на основе паролей. Основным средством взаимодействия пользователя с информационной системой являются Web-формы.

На примере PHP, получившего широкое распространение в качестве языка разработки Web-приложений, рассмотрим некоторые аспекты защиты приложения.

Для аутентификации пользователя скрипты целесообразно разместить в директории, защищённой файлом htaccess. Аутентификацию такого типа легко настроить. Для системы с ограниченным кругом пользователей применяется модуль mod_auth. Имена и пароли пользователей хранятся в текстовом файле. Файл паролей анализируется при каждом запросе.

Однако данный метод неэффективен в случае поддержки нескольких тысяч пользователей. Модуль mod_auth_mysql использует базу данных MySQL вместо текстового файла и способен быстрее производить поиск в больших списках пользователей.

К сожалению, базовая аутентификация Web-сервера может быть недоступна разработчику приложения. В этом случае аутентификация пользователей осуществляется в приложении посредством web-формы. Логин и

пароль, введённый пользователем, передаются на сервер, сценарий выполняет проверку на соответствие либо в файле, либо в базе данных паролей. После успешной аутентификации пользователь получает доступ к соответствующим разделам web-сайта.

Для дополнительной защиты данных учётных записей пользователей применяются алгоритмы шифрования и односторонние функции.

Так, если для хранения данных аутентификации выбрана база данных MySQL, можно воспользоваться PHP-функцией `sha1()` или MySQL-функцией `SHA1()`. Функция возвращает псевдослучайную 40-символьную строку. Для одной и той же строки `sha1()` будет возвращать один и тот же результат при каждом её вызове [2].

В арсенале web-разработчиков имеется целый спектр криптографических алгоритмов. Их разнообразие затрудняет взлом информационной системы злоумышленником.

В частности, можно использовать алгоритм MD5. Для повышения безопасности защищаемого текста целесообразно использовать также дополнительное значение, которое не передаётся по сети, например:

```
$value = md5($username.$password.'protectedkey');
```

При построении защиты web-приложения необходимо учитывать, что протокол HTTP не имеет встроенного механизма, отслеживающего состояние каждого объекта в пользовательском интерфейсе, и не фиксирует состояние соединений. Для решения этой задачи нередко используется механизм поддержки сеансов.

При проектировании приложения необходимо помнить, что существует потенциальная опасность получить в формах ввода вредоносный программный код [3].

Контроль корректности ввода осуществляется в несколько этапов. Рассмотрим их более подробно.

При проверке данных, введённых в web-форму, при помощи функции `ereg()` и регулярных выражений нужно проверить правильность введённых значений (логин, адрес электронной почты).

Для предотвращения ввода HTML-кода вводимый текст обрабатывается функцией `htmlspecialchars()`, преобразующей все HTML-теги в специальные символы.

При работе с базой данных необходимо осуществлять экранирование ряда символов (','',\,NULL) функцией `addslashes()`, а при выводе данных - использовать функцию `stripslashes()`, отменяющую экранирование.

Важно, чтобы сценарий не допускал обращение пользователя к именам файлов, кроме предоставляемых для записи разработчиком. В противном случае, существует определённая вероятность получения злоумышленником доступа к файлу паролей (‘.././etc/passwd’) и даже удаления web-приложения, например запуском сценария:

```
<?php set_time_limit(0); 'rm -Rf/*' ?>
```

Невозможно исключить полностью угрозу модификации переменной `maxlength` в формах ввода. Поэтому целесообразно ограничить количество символов в строке:

```
$username=substr($username,0,18).
```

Следует исключать анонимное обращение к приложению:

```
if (empty($username)) {echo "invalid username";exit;}
```

При работе с данными, полученными из форм, PHP может добавлять символ отмены к любому символу, который может привести к возникновению проблемы. Однако чтобы избежать ошибок в сценарии, необходимо проверить значения соответствующих директив PHP Web-сервера [4]:

```
<?php
Function my_addslashes($string){
Return (get_magic_quotes_gpc()==1)? $string:
addslashes($string);
?>
```

Потенциальную опасность представляет использование тегов, подразумевающих подключение внешних ресурсов, например, `<img>`. Это позволит злоумышленнику получить конфиденциальную информацию, изучив, например, значения переменных окружения сервера. При необходимости сохранить стиль пользователя HTML-теги можно заменить другими символами, либо выделить этот текст курсивом [5].

Для защиты web-приложения нередко используют скрытые поля форм (для дескриптора `<INPUT>` устанавливается значение атрибута `TEXT` равно `HIDDEN`), которые не отображаются на экране, однако позволяют передавать при каждом запросе пользователя сгенерированное уникальное значение идентификатора сеанса. На время сеанса это значение записывается в базу данных на сервере, а после завершения сеанса удаляется.

Для того чтобы предотвратить вызов системных команд из PHP, используется функция `escapeshellarg()`, нейтрализующая потенциально опасные символы.

При настройке конфигурации (файл `php.ini`) очень важно отключить вывод на экран сообщений об ошибках, возникающих при работе приложения, и протоколировать их в журнале. Такие сообщения таят в себе опасность, т.к. зачастую выводят на экран путь, имя файла и даже номер строки, содержащей ошибку. Злоумышленник может воспользоваться этой информацией и взломать web-приложение.

Тщательное проектирование, тестирование web-приложения повышает защищённость информационной системы от преднамеренных воздействий, способных нанести ущерб информационной системе. Задача по защите программных приложений от анализа и последующего несанкционированного использования всегда является актуальной для научных исследований [6].

Литература

1. Галицкий А.В., Рябко С.Д., Шаньгин В.Ф. Защита информации в сети – анализ технологий и синтез решений. – М.: «ДМК Пресс», 2008.- 616 с.
2. Веллинг Л., Томсон Л. Разработка Web-приложений с помощью PHP и MySQL, 3-е изд.: Пер. с англ. – М.: «Вильямс», 2008.-880 с.
3. Когтзолл Д. PHP 5. Полное руководство.: Пер. с англ. – М.: «Вильямс», 2008.-752 с.
4. Овчаренко А.В. Ajax на примерах. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 432 с.
5. Хольцнер С. jQuery. Практическое применение. – М.: Эскмо, 2010. – 224 с.
6. Фаулер М. Архитектура корпоративных программных приложений. – М.: Изд.дом «Вильямс», 2006. – 540 с.

Сведения об авторах

Медведев Юрий Станиславович, доктор техн. наук, профессор; Северо-Кавказский филиал ФГБОУ ВО «Российский государственный университет правосудия», г. Краснодар,

350005. г. Краснодар. ул. Леваневского, 187/1. СКФ РГУП.

Тел. моб. + 7 903 450 28 12.

E-mail: ysm-73@yandex.ru.

Терехов Владимир Валерьевич, кандидат техн. наук, доцент; Краснодарское высшее военное авиационное училище лётчиков имени Героя Советского Союза А.К. Серова,

350005. г. Краснодар. ул. Дзержинского, 135. КВВАУЛ.

Тел. моб. + 7 9615347373.

E-mail: rx6dx@mail.ru.

**МЕРОПРИЯТИЯ ПО СОКРАЩЕНИЮ НЕПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ПРОСТОЕВ ВАГОНОВ
НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

Доктор техн. наук **Числов О.Н.**, аспирант **Ручкин И.В.**
(Ростовский государственный университет путей сообщения)

**MEASURES AIMED AT REDUCING UNPRODUCTIVE WAGON DOWNTIME
ON THE INDUSTRIAL RAILWAY TRANSPORT ENTERPRISES**

Doctor (Tech.) **Chislov O.N.**, Post-graduate **Ruchkin I.V.**
(Rostov State Transport University)

Промышленный железнодорожный транспорт, ABC-анализ, непроизводительный простой, железнодорожный транспорт общего пользования, нитка графика движения поездов.

Railway transport, industrial railway transport enterprises, ABC analysis, unproductive downtime, public railway transport, a train path on a train schedule.

Рассмотрены проблемы, возникающие при взаимодействии железнодорожного транспорта общего пользования с предприятиями промышленного железнодорожного транспорта, особое внимание уделяется проблеме непроизводительных простоев вагонов, возникающих при таком взаимодействии. Рассмотрен метод организации взаимодействия ППЖТ и станции примыкания на основе использования жестких ниток графика местной работы, который позволит существенно сократить непроизводительные простои.

The problems that arise during the interaction of public railway transport with industrial railway transport enterprises are considered, special attention is paid to the problem of unproductive downtime of cars arising from this interaction. A method is proposed for organizing the interaction between industrial railway transport enterprises and the connecting station based on the use of hard train paths of the local work schedule, which will significantly reduce unproductive downtime.

Введение

Железнодорожный транспорт Российской Федерации, интенсивно развиваясь со времени своего возникновения и заняв в XX веке доминирующее положение на рынке грузоперевозок, в XXI веке остается важнейшей составной частью единой транспортной системы страны. Часто при оценке работы железных дорог, берется во внимание именно железнодорожный транспорт общего пользования. В то же время, железнодорожному транспорту необщего пользования уделяется недостаточно внимания, хотя на предприятиях промышленного железнодорожного транспорта зарождается и погашается значительная масса грузопотоков, что делает их неотъемлемым звеном всей транспортной системы страны.

Предприятия промышленного железнодорожного транспорта занимаются обслуживанием крупных промышленных узлов, производств и промышленных районов, объединяя разрозненные пути необщего пользования в единый комплекс и высвобождая силы и средства компании ОАО «РЖД» от необходимости обслуживания таких путей [1]. ППЖТ выполняют более 30 % объема перевозок всех видов промышленного транспорта. При протяженности путей около 32 тыс. км, время нахождения вагона на путях промышленного транспорта составляет 20–22 % от общего времени оборота вагона. Наибольшие объемы работы железнодорожного промышленного транспорта на предприятиях черной металлургии – 45 % по объему и 37,6 % по грузообороту подъездных путей, в угольной промышленности – 22,8 % по объему и 30,1 % по грузообороту.

Затраты на перевозки промышленным железнодорожным транспортом составляют до 12–20 % себестоимости промышленной продукции [10].

Проблемы эксплуатации ППЖТ

В РФ функционирует более 100 предприятий промышленного железнодорожного транспорта (ППЖТ). Большинство из них имеют свои собственные железнодорожные пути и тяговый подвижной состав, однако больше половины предприятий имеют малую протяженность путей (менее 3 км) и объемы работы, что служит причиной отставания ППЖТ от железнодорожного транспорта общего пользования по техническому оснащению и показателям работы (более чем в 20 раз) [2]. В большинстве случаев технико-технологическое оснащение ППЖТ находится на уровне конца 80-х годов прошлого века, а в отдельных случаях наблюдается закрытие отдельных ППЖТ из-за низкой эффективности работы и высокой стоимости услуг [3,4].

На полигоне Северо-Кавказской железной дороги – филиале ОАО «РЖД» основными предприятиями промышленного железнодорожного транспорта являются ООО «Новочеркасский Промжелдортранс», ОАО «МИР СК ПЖТ» и его филиалы (Гулькевичский, Усть-Лабинский и др.), ОАО «Краснодарпромжелдортранс», ПЖТ (Владикавказ), ОАО «Промжелдортранс» (Нальчик), ООО «КЖД» (Кизилорт).

В настоящее время практически у всех ППЖТ можно выделить ряд схожих проблем технико-технологического характера: неравномерность подвода поездов к предприятиям промышленного железнодорожного

транспорта; отсутствие согласования суточного плана-графика местной работы на станциях примыкания и ниток графика поездной работы; отставание в техническом оснащении фронтов погрузки-выгрузки; недостаточное путевое развитие; неудовлетворительное техническое состояние собственного железнодорожного подвижного состава и т.п.

Эти проблемы свидетельствуют о необходимости технико-технологического переоснащения ППЖТ на основе современных требований и возможностей [7].

Оценка простоя вагонов на путях ППЖТ

На сети железных дорог одним из основных показателей эффективности работы является оборот вагона. При взаимодействии станции примыкания и ППЖТ следует регулировать продолжительность его составляющих времен выгрузки, погрузки, перевески, сортировки, подготовки вагона, исправления технических, коммерческих неисправностей и др. [6].

Известно, что простой местного вагона, следующего в адрес предприятия промышленного железнодорожного транспорта, состоит из двух основных частей:

а) простой на ответственности ОАО «РЖД», в который входят времена на движение, подачи вагонов на пути предприятия промышленного железнодорожного транспорта и ожидания вагонами в парке на станции примыкания подачи на пути ППЖТ;

б) простой на ответственности предприятия промышленного железнодорожного транспорта, в который входят времена подачи-уборки вагонов на пути станции примыкания, времена ожидания подачи-уборки вагонов, времена нахождения вагонов под грузовыми операциями.

Каждая из составляющих простоя местного вагона имеет разную степень влияния на ее итоговое значение.

Рассмотрим на примере трех предприятий промышленного железнодорожного транспорта (обозначены как предприятие-1 – П1, предприятие-2 – П2, предприятие-3 – П3) составляющие среднего времени простоя вагона (табл. 1), определим, какое из времен вносит самый большой вклад в итоговое значение простоя, и рассмотрим мероприятия по его регулировке.

Таблица 1

Показатели простоя местных вагонов ППЖТ

Месяц	Простой местного вагона, час		
	Предприятие-1 (П1)	Предприятие-2 (П2)	Предприятие-3 (П3)
Январь	64,3	315	315
Февраль	34,8	178,6	178,6
Март	26,7	141,2	141,2
Апрель	28,5	63,6	63,6
Май	32	32,4	32,4
Июнь	44,1	79,2	79,2
Июль	36,2	56,2	56,2
Август	35,9	2748,2	2748,2
Сентябрь	41,7	182,5	182,5
Октябрь	47,8	38,1	38,1
Ноябрь	33,7	63,3	63,3
Декабрь	42,4	146,3	146,3
Среднее значение	39	337,05	337,05

Обозначим время простоя местного вагона предприятия промышленного железнодорожного транспорта как T_{np} . Тогда

$$T_{np} = t_n + t_{n2} + t_{ож-н} + t_{ож-н2} + t_{ож-зр} + t_{зр.он},$$

где t_n - время нахождения местного вагона, следующего в адрес ППЖТ, на станции примыкания; t_{n2} - время подачи местного вагона на пути ППЖТ; $t_{ож-н}$ - время ожидания подачи местного вагона, следующего в адрес ППЖТ, с путей станции примыкания; $t_{ож-н2}$ - время ожидания подачи местного вагона с путей предприятия промышленного железнодорожного транспорта на пути станции примыкания; $t_{зр.он}$ - время нахождения вагонов под грузовыми операциями на путях предприятия промышленного железнодорожного транспорта; $t_{ож-зр}$ - время ожидания вагонами начала грузовых операций.

В соответствии с данными [11] рассмотрим значения t_n , t_{n2} и их вклад в итоговое значение простоя, принимая $t_n = t_{n2}$.

$$t_n = t_{n2} = t_3 + t_{авт} + t'_x,$$

где t_3 - норма времени заезда маневрового локомотива под состав принимается равной 1,9 мин; $t_{авт}$ - норма времени на зарядку воздушной магистрали состава и опробование тормозов, принимается равной 4,68 мин; t'_x - норма времени хода состава (передачи) по перегону с одной станции на другую, соответственно, в нечетном и четном направлениях, мин.

Определим t'_x для трех предприятий [11]:

Для первого предприятия (П1) $t'_x = 5,06$ мин - при расстоянии между станцией примыкания и ППЖТ равном 1960 м, скорости движения 25 км/ч и количестве вагонов в подаче равном 12.

Для второго предприятия (П2) $t'_x = 5,90$ мин - при расстоянии между станцией примыкания и ППЖТ равном 2378 м, скорости движения 25 км/ч и количестве вагонов в подаче равном 10.

Для третьего предприятия (П3) $t'_x = 2,42$ мин - при расстоянии между станцией примыкания и ППЖТ равном 865 м, скорости движения 25 км/ч и количестве вагонов в подаче равном 10.

В результате для П1: $t_n = 1,9 + 4,68 + 5,06 = 11,64$ мин; для П2: $t_n = 1,9 + 4,68 + 5,9 = 12,48$ мин; для П3: $t_n = 1,9 + 4,68 + 2,42 = 9$ мин.

Для рассматриваемых предприятий $t_{зр.он}$ принимается в среднем 2 часа. Значения $t_{ож-зр}$, $t_{ож-н}$, $t_{ож-н2}$ за 2018 г. приведены в табл.2.

Таблица 2

Значения технологических времен, составляющих простоя вагонов ППЖТ

Месяц	$t_{ож-гр}$, час			$t_{ож-п}$, час			$t_{ож-п2}$, час		
	П1	П2	П3	П1	П2	П3	П1	П2	П3
Январь	12,9	12,6	1,5	28,9	141,8	12,7	22,5	160,7	34,8
Февраль	3,5	1,8	7,9	9,4	48,2	26,3	21,9	128,6	97,2
Март	2,1	22,6	2,1	6,1	31,1	8,6	18,4	87,5	23,7
Апрель	2,0	9,5	36,8	7,1	19,1	56,3	19,4	35,0	123,3
Май	3,5	5,5	15,2	9,3	7,8	26,1	19,2	19,1	67,3
Июнь	4,0	15,0	21,1	12,8	21,4	35,2	27,3	42,8	119,7
Июль	6,2	6,2	2,4	9,4	14,1	8,9	20,6	36,0	22,9
Август	6,1	439,7	0,6	7,9	549,6	17,4	21,9	1758,8	44,2
Сентябрь	6,3	20,1	12,5	10,4	45,6	26,1	25,0	116,8	57,9
Октябрь	3,3	2,3	13,1	12,0	11,4	18,9	32,5	24,4	40,7
Ноябрь	5,4	8,2	9,0	7,8	13,3	31,4	20,6	41,8	71,9
Декабрь	7,2	26,3	1,5	10,6	33,6	7,7	24,6	86,3	27,5
Среднее значение	5,2	47,5	10,3	11,0	78,1	23,0	22,8	211,5	60,9

При помощи ABC-анализа определим степень влияния показателей на итоговое значение простоя. Суждение, выводимое на основании принципа Парето, состоит в том, что в процессе достижения цели нерационально уделять значительное внимание объектам, образующим малую часть вклада, то же внимание, что и объектам первостепенной важности. Перераспределение средств на решение проблем с составляющими простоя вагонов позволит снизить транспортные расходы и повысить производительность работы ППЖТ. Для проведения этого анализа взяты средние значения простоев вагонов рассматриваемых предприятий (табл. 3).

Таблица 3

Оценка величин, составляющих простоя вагонов ППЖТ, для предприятий П1, П2, П3

Показатель	Время нахождения вагона на ответственности предприятия на станции назначения, час			Доля вклада объекта, %		
	П1	П2	П3	П1	П2	П3
№ предприятия	П1	П2	П3	П1	П2	П3
t_n	0,194	0,214	0,15	0,41	0,06	0,16
$t_{п2}$	0,194	0,214	0,21	0,41	0,06	0,22
$t_{ож-п}$	11	47,49	10,30	23,52	13,98	10,68
$t_{ож-п2}$	28,2	78,08	22,961	60,27	23,0	23,80
$t_{ож-гр}$	5,2	211,47	60,92	11,11	62,27	63,14
$t_{гр.оп}$	2	2,13	1,93	4,28	0,63	2,00
Итого	46,788	339,609	96,49	100	100	100

На основании этих данных производится расчет разделения видов простоя на группы А, В и С (табл. 4).

Таблица 4

ABC-анализ показателей простоя ППЖТ

Предприятие	Показатель	Доля вклада объекта, %	Доля вклада нарастающим итогом, %	Группа
П1	$t_{ож-п2}$	60,27	60,27	А=83,79 %
	$t_{ож-п}$	23,52	83,79	
	$t_{ож-гр}$	11,11	94,9	В=11,11 %
	$t_{гр.оп}$	4,28	99,18	
	$t_{п2}$	0,41	99,59	
	t_n	0,41	100	
П2	$t_{ож-гр}$	62,27	62,27	А=85,27 %
	$t_{ож-п2}$	23,0	85,27	
	$t_{ож-п}$	13,98	99,25	В=13,98 %
	$t_{гр.оп}$	0,63	99,88	
	$t_{п2}$	0,06	99,94	
	t_n	0,06	100	
П3	$t_{ож-гр}$	63,14	63,14	А=86,94 %
	$t_{ож-п2}$	23,80	86,94	
	$t_{ож-п}$	10,68	97,62	В=10,68 %
	$t_{гр.оп}$	2,0	99,62	
	$t_{п2}$	0,22	99,84	
	t_n	0,16	100	

Таким образом, используя ABC-анализ, можно выделить простои групп А, В, С для предприятий как наиболее значимые составляющие простоя местного вагона ППЖТ. Получено, что наиболее весомой частью общего простоя являются времена ожидания подачи местного вагона с путей предприятия промышленного железнодорожного транспорта на пути станции примыкания, время ожидания подачи местного вагона, следующего в адрес ППЖТ, с путей станции примыкания, время ожидания вагонами начала грузовых операций.

Организация взаимодействия ППЖТ и станции примыкания

В настоящее время на сети ОАО «РЖД» применяется ряд подходов к обеспечению эффективного взаимодействия ж.-д. транспорта общего пользования и промышленного ж.-д. транспорта. Самым распространённым методом решения является организация работы

**Распределение составляющих времен
простоев местных вагонов**

Периоды	тож-гр,ч			тож-п2,ч			тож-п,ч		
	П1	П2	П3	П1	П2	П3	П1	П2	П3
8-9	2	61	12	21,5	138	24	5	180	54
9-10	1	50	14	34	104	21	8	392	53
10-11	1	61	10	36	112	17	8	265	59
11-12	1	40	11	38	69	26	8	183	33
12-13	1	56	12	27	76	21	10	200	38
13-14	2	16	8	20	27	27	10	112	27
14-15	1	64	19	22	63	19	11	247	67
15-16	1	95	6	24,3	100	17	12	232	93
16-17	4	62	12	26	89	14	13	195	65
17-18	2	89	5	28	66	31	14	189	79
18-19	2	80	4	39,8	73	27	15	267	74
19-20	4	49	2	32,5	21	31	9	151	70
20-21	13	65	10	10	103	41	5	279	77
21-22	13	29	5	8,5	49	12	18	125	77
22-23	11	24	18	35	93	18	19	221	63
23-24	10	4	7	40,9	155	34	12	33	46
24-1	12	33	12	31,7	121	25	10	110	54
1-2	9	17	8	32,5	6	28	9	189	53
2-3	8	35	12	10	157	8	5	118	42
3-4	8	62	18	8,5	35	28	18	285	76
4-5	7	15	10	37	126	9	19	262	80
5-6	5	73	12	42,9	60	23	12	228	53
6-7	4	55	4	39	19	20	5	370	70
7-8	3	3	10	31,7	9	29	10	240	38
Среднее значение	5,2	47,9	10,3	28,2	78,08	22,96	11,0	211,47	60,92

станций примыкания и ППЖТ по единому технологическому процессу. В этом случае технология обработки составов и групп вагонов на станциях и подъездных путях увязывается в единое целое, и ритм перевозочно-го процесса железных дорог согласовывается с ритмом производственного процесса предприятий. Условие ритмичного транспортного обслуживания предприятий впервые было сформулировано в работе [12]:

$$I_{no} = T_{обр}$$

где I_{no} – интервал между прибытием с общей сети поезда на станцию примыкания ППЖТ и его обратным отправлением после грузовых операций; $T_{обр}$ – общая затрата времени на станции примыкания и путях предприятия на выполнение с составом (группой вагонов) цикла технологических операций.

При разработке ЕТП критерием оптимальности принимается время оборота вагона на путях предприятия. Используемый при этом коэффициент неравномерности грузопотоков не характеризует всех особенностей работы, а минимальное время оборота вагона не всегда соответствует минимальным транспортным расходам [5]. На практике порядок подбора вагонов и время подачи вагонов на пути ППЖТ определяются часто человеческим фактором (при отсутствии нормированного времени подачи). Вследствие этого предприятия, входящие в зону ответственности ППЖТ, несут убытки, связанные с простоем и неэффективным использованием погрузочно-разгрузочного оборудования и персонала, дополнительной работой по подборке вагонов [9].

Одним из направлений решения имеющихся проблем может стать согласованный порядок подбора вагонов и жесткие нитки графика местной работы. Порядок организации и времена ниток графика следует определять исходя из возможностей и потребностей предприятий и ж.-д. станции примыкания.

Направления развития взаимодействия ППЖТ и станции примыкания

Рассмотрим на примере введение жесткой нитки графика передаточного движения для вагонов, следующих со станции примыкания в адрес предприятия промышленного железнодорожного транспорта. На станцию во времена, определенные графиком движением поездов, прибывают грузовые поезда, в составе которых есть вагоны назначением в адрес ППЖТ. Известно, что вагоны ППЖТ могут поступать в составе сборных и вывозных поездов. Задача введения жесткой нитки графика должна учитывать следующие условия: 1 – нитка графика должна быть увязана с графиком движения поездов; 2 – нитка графика должна быть увязана с технологическим процессом работы станции примыкания; 3 – нитка графика должна быть увязана с производственно-технологическим процессом работы ППЖТ и производства; 4 – нитка графика должна учитывать объем грузо- и вагонопотоков производства.

Рассмотрим выборку составляющих группу А (см. табл. 4) времен простоя местных вагонов при данной системе работы станции и ППЖТ (табл. 5).

Таким образом, среднее значение простоя местного вагона при принятой схеме составит:

Для первого предприятия П1:

$$T_{np} = t_n + t_{n2} + t_{ож-н} + t_{ож-п2} + t_{ож-гр} + t_{гр.он} = 5,2 + 28,2 + 11,0 + 2,0 + 19,4 + 0,194 = 46,788 \text{ час,}$$

Для второго предприятия П2:

$$T_{np} = t_n + t_{n2} + t_{ож-н} + t_{ож-п2} + t_{ож-гр} + t_{гр.он} = 0,214 + 0,214 + 47,9 + 78,08 + 211,47 + 2,13 = 339,608 \text{ час,}$$

Для третьего предприятия П3:

$$T_{np} = t_n + t_{n2} + t_{ож-н} + t_{ож-п2} + t_{ож-гр} + t_{гр.он} = 0,15 + 0,21 + 10,3 + 22,961 + 60,92 + 1,93 = 90,64 \text{ час.}$$

Для целей исследования рассмотрим коэффициент задержки обслуживания местного вагона ППЖТ, равный

$$K_3 = \frac{t_{\text{общ}}}{t_{\text{тех}}},$$

где $t_{\text{общ}}$ – общий простой местного вагона; $t_{\text{тех}}$ – время простоя местного вагона, вызванное непосредственной обработкой на путях ППЖТ и станции примыкания.

$$t_{\text{общ}} = t_{\text{тех}} + t_{\text{ож}},$$

где $t_{\text{ож}}$ – продолжительность ожидания технологических операций.

Тогда для первого предприятия П1 - $t_{\text{тех}} = 2,388$ час,
 $t_{\text{общ}} = 46,788$ час,

$$K_3^{\text{П1}} = \frac{46,788}{2,388} = 19,59.$$

Для второго предприятия П2 - $t_{\text{тех}} = 2,554$ час,
 $t_{\text{общ}} = 339,608$ час,

$$K_3^{\text{П2}} = \frac{339,608}{2,554} = 132,75.$$

Для третьего предприятия П3 - $t_{\text{тех}} = 2,29$ час,
 $t_{\text{общ}} = 96,45$ час,

$$K_3^{\text{П3}} = \frac{96,45}{2,29} = 42,56.$$

Выполним расчет для той же ситуации, но с жесткими нитками графика передаточного движения вагонов на пути ППЖТ. Выбор времени определяется технологией производства, но принципиальное значение имеет время, обеспечивающее минимальный простой. Для проверки работоспособности предложенной схемы рассмотрим возможные варианты. Конкретное время жесткой нитки графика передаточного движения не имеет принципиального значения для времен непроизводительных простоев $t_{\text{ож-п2}}$ и $t_{\text{ож-п}}$, а необходимо только для сокращения времени $t_{\text{ож-зр}}$ на фронтах предприятий, обслуживаемых ППЖТ.

Времена $t_{\text{ож-п2}}$, $t_{\text{ож-п}}$ в выбранной схеме взаимодействия зависят от времени поступления вагонов, следующих в адрес предприятия промышленного железнодорожного транспорта на станцию примыкания, при уже заданной нитке значения $t_{\text{ож-п2}}$, $t_{\text{ож-п}}$ будут варьироваться от 0 до 24 час. Поэтому для проверки предлагаемого подхода не имеет принципиального значения, какое конкретное время выбрано для возможной нитки графика местной работы, так как значения $t_{\text{ож-п2}}$, $t_{\text{ож-п}}$ сдвинутся на величину, равняющуюся разнице между двумя нитками, между которыми производится выбор, и общая картина не изменится.

Жесткую нитку графика необходимо выбирать на основе ГДП, так чтобы $t_{\text{ож-п}} + t_{\text{ож-п2}} \rightarrow \min$, и, с другой стороны, выбранное время должно согласовываться с внутренним технологическим процессом ППЖТ, позволяя оперативно обработать поступившие вагоны. Расчет ниток графика может выполняться на основе статистических данных о времени прибытия поездов на

станцию примыкания, количестве вагонов и числе назначений в них [13]. Для этого данные статистических выборок группируются по определенным интервалам времени. Полученные результаты представляются в виде гистограмм. С учетом полученных данных обобщается время жесткой нитки графика передаточного движения. Определяется относительная частота поступления поездов по интервалам группировки по отношению к заданному периоду наблюдений. По каждой ступенчатой фигуре гистограммы рассчитывается координата ее центра тяжести по оси абсцисс по формуле

$$X_i = \frac{\sum_{i=1}^n F_i X_i}{\sum_{i=1}^n F_i},$$

где X_i – координаты i -го столбика гистограммы, входящего в состав ступенчатой фигуры с суммарной площадью столбиков 1,0; n – число столбиков, входящих в состав ступенчатой фигуры; F_i – площадь i -го столбика ступенчатой фигуры.

Значение координаты, переведенное в часы, будет соответствовать жесткой нитке графика передаточного движения. Выберем значение времени жесткой нитки графика местной работы равное 10 час 20 мин. Результаты приведены в табл.6.

Таблица 6

Распределение непроизводительных простоев вагонов при предлагаемой организации обслуживания ППЖТ

Интервал прибытия	$t_{\text{ож-зр}}$, час	$t_{\text{ож-п2}}$, час	$t_{\text{ож-п}}$, час
8-9	0	2	3
9-10	0	1	2
10-11	0	0	1
11-12	0	23	0
12-13	0	22	23
13-14	0	21	22
14-15	0	20	21
15-16	0	19	20
16-17	0	18	19
17-18	0	17	18
18-19	0	16	17
19-20	0	15	16
20-21	0	14	15
21-22	0	13	14
22-23	0	12	13
23-24	0	11	12
24-1	0	10	11
1-2	0	9	10
2-3	0	8	9
3-4	0	7	8
4-5	0	6	7
5-6	0	5	6
6-7	0	4	5
7-8	0	3	4
Среднее значение	0,0	11,5	11,5

При предложенном варианте обслуживания, среднее значение простоя местного вагона ППЖТ составит:

Для первого предприятия П1:

$$T_{np} = t_n + t_{n2} + t_{ож-н} + t_{ож-н2} + t_{ож-гр} + t_{гр.оп} = \\ = 0 + 11,5 + 11,5 + 2 + 0,194 + 0,194 = 25,386 \text{ час,}$$

Для второго предприятия П2:

$$T_{np} = t_n + t_{n2} + t_{ож-н} + t_{ож-н2} + t_{ож-гр} + t_{гр.оп} = \\ = 0,214 + 0,214 + 0 + 11,5 + 11,5 + 2,13 = 27,738 \text{ час,}$$

Для третьего предприятия П3:

$$T_{np} = t_n + t_{n2} + t_{ож-н} + t_{ож-н2} + t_{ож-гр} + t_{гр.оп} = \\ = 0,15 + 0,21 + 0 + 11,5 + 11,5 + 1,93 = 25,28 \text{ час.}$$

Значения коэффициентов задержки обслуживания местного вагона составили: для П1 -

$$K_z^{П1} = \frac{25,386}{2,388} = 10,63; \text{ для П2 - } K_z^{П2} = \frac{27,738}{2,554} = 10,86;$$

$$\text{для П3 - } K_z^{П3} = \frac{25,28}{2,29} = 11,04.$$

Полученные значения времен простоя вагонов ППЖТ лучше, чем те, где жесткие нитки графика местной работы не применяются. Таким образом, возможно повышение эффективности взаимодействия железнодорожного транспорта общего пользования и предприятий промышленного железнодорожного транспорта за счет комплексных решений транспортно-технологического взаимодействия.

Литература

1. Акулиничев В.М. Организация перевозок на промышленном транспорте. - М.: Транспорт, 1983. - 219 с
2. Числов О.Н. Комплексные методы рационального размещения элементов транспортно-технологических систем в железнодорожных узлах: монография [текст] // О. Н. Числов; Рост. гос. ун-т путей сообщения. - Ростов-н/Д, 2009. - 294 с.
3. Мищенко Н.Г. Теоретические основы повышения эффективности взаимодействия магистрального и промышленного железнодорожного транспорта: методология формирования и механизмы управления: монография / Н.Г. Мищенко; Рост. гос. ун-т путей сообщения. - Ростов-н/Д: РГУПС, 2005. - 202 с.
4. Числов О.Н. Комплексные методы рационального размещения элементов транспортно-технологических систем в железнодорожных узлах: монография [текст] // О.Н. Числов; Рост. гос. ун-т путей сообщения. - Ростов-н/Д, 2009. - 294 с.

5. Повороженко В.В. Основы взаимодействия железных дорог с другими видами транспорта: учебник для вузов / В. В. Повороженко, Н. К. Сологуб, А.А. Тимошин, В.Г. Галабурда; под ред. В.В. Повороженко. - М.: Транспорт, 1986. - 215 с.

6. Акулиничев В.М. Организация перевозок на промышленном транспорте: учебник / В.М. Акулиничев. - М.: Высшая школа, 1983. - 230 с.

7. Промышленный транспорт / под ред. А.Т. Дерибас. - М.: Транспорт, 1974. - 558 с.

8. Тимур Бек. Стратегию цифровой трансформации холдинга планируется утвердить в ближайшие полгода // Гудок. 2019. 21 января.

9. Компания ОАО «РЖД». Официальный сайт. URL: <http://www.rzd.ru> (дата обращения: 22.04.2019).

10. Транспорт в России 2016: Стат. сб. // Росстат. - М., 2016 - 114 с.

11. Нормы времени на маневровые работы, выполняемые на железнодорожных станциях ОАО «РЖД», нормативы численности бригад маневровых локомотивов. - М.: Издательство «Техинформ». 2007. - 102 с.

12. Ющенко Н.Р. Теоретические основы ритмичной работы станций и участков промышленных районов: дис. д-ра техн. наук / Н.Р. Ющенко - М., 1950.

13. Железнодорожные станции и узлы промышленных районов: учебник для вузов железнодорожного транспорта / Н.Н. Числов, В.Н. Дегтяренко, Е.Г. Лазарев, В.М. Астафьев, О.Н. Числов; под ред. Н.Н. Числова. - Ростов-н/Д: СКНЦ ВШ, 2004. - 568 с.

Сведения об авторах

Числов Олег Николаевич, доктор техн. наук, доцент, заведующий кафедрой «Станции и грузовая работа», ФГБОУ ВО «Ростовский государственный университет путей сообщения» (ФГБОУ ВО РГУПС), 344038, г. Ростов-на-Дону, пл. Ростовского Стрелкового Полка Народного Ополчения, д. 2, Телефон 8 (863) 272-63-23 E-mail: o_chislov@mail.ru.

Ручкин Игорь Викторович, аспирант кафедры «Станции и грузовая работа», ФГБОУ ВО «Ростовский государственный университет путей сообщения» (ФГБОУ ВО РГУПС), 344038, г. Ростов-на-Дону, пл. Ростовского Стрелкового Полка Народного Ополчения, д. 2, Телефон 8 (863) 272-63-23 E-mail: raynard.blackmore@yandex.ru.

**КОМПЛЕКСНАЯ МЕТОДИКА УСТАНОВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕВОЗКИ
СКОРОПОРТЯЩЕГОСЯ ГРУЗА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ТРАНСПОРТОМ**Старший научный сотрудник **Давыдов Д.О.**

(Акционерное общество «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи». АО «НИИАС»)

**INTEGRATED METHODOLOGY FOR ESTABLISHING PERISHABLE
FOODSTUFFS TRANSPORTATION TECHNOLOGY BY RAIL**Senior Researcher **Davydov D.O.**(Joint-Stock Company «Research institute of informatization, automation and communication».
JSC «NIAS»)*Железнодорожный транспорт, перевозка скоропортящихся грузов, технология перевозки, комплексная методика.**Railway transport, transportation of perishable foodstuff, transportation technology, complex methodology.*

Предложена комплексная методика установления технологии перевозки железнодорожным транспортом скоропортящегося груза для заданных параметров груза, направления перевозки, даты предъявления к перевозке с учетом информации о допустимых транспортных средствах, в которых может перевозиться данный груз согласно действующим нормативно-правовым документам, термическом оборудовании, устройствах их энергоснабжения. Определяются параметры каждой технологии, соблюдение которых обеспечивает условия сохранения качества данного груза. Комплексная методика предназначена для пользователей с применением цифровых технологий.

The complex methodology is proposed for establishing perishable foodstuff transportation by rail for the specified parameters of the cargo, direction of transportation, date of cargo loading, taking into account information about the possible vehicles in which this cargo can be transported in accordance with current regulatory documents, thermal equipment, and devices for their energy supply. The parameters of each technology are determined that provide conditions for maintaining the quality of a given cargo. The complex methodology is intended for use by shippers, railway carriers, vehicle owners and operators using digital technology.

Введение

Большинство скоропортящихся грузов относятся к продуктам, потребляемым человеком в пищу. Данное обстоятельство требует особого внимания к соблюдению в процессе перевозки условий, при которых обеспечивается качество груза. Обеспечение указанных условий достигается применением таких транспортных средств, которым соответствуют определенные технологии перевозки, использование которых зависит от температурного воздействия на груз, характеристик теплопередачи, состояния груза.

В условиях жесткого централизованного регулирования перевозок скоропортящихся грузов, существовавшего на железнодорожном транспорте до декабря 2019 года, выбор типа транспортного средства, технологии перевозки скоропортящегося груза и параметров ее использования устанавливались Правилами перевозок железнодорожным транспортом скоропортящихся грузов в соответствии с сетевыми расчетными условиями (периоды года, расчетные температуры). Данный подход не являлся гибким, поскольку значительная доля перевозок совершалась в условиях, значительно отличавшихся от расчетных, которые не учитывались. Условия менялись вследствие особенностей пролегания маршрута перевозки, даты приема груза к перевозке, а также конкретных параметров транспортных средств и специального оборудования.

Развитие рыночных отношений, конкуренции на транспорте, а также потребность в ускоренном инновационном развитии перевозок скоропортящихся грузов потребовали перемен. После вступления в действие новых правил перевозок [1] прежнее регулирование было отменено, а грузоотправитель наделен правом самостоятельно выбирать транспортное средство и технологию перевозки груза.

Вместе с тем, изменение модели регулирования не означает отмены необходимых условий, при которых сохраняется качество груза. Так, в соответствии с [2] все участники перевозочного процесса несут ответственность за качество и безопасность перевозимого скоропортящегося груза, относящегося к пищевой продукции.

В [1] конкретизированы требования к обеспечению качества груза как для грузоотправителя, так и для перевозчика. При выборе условий перевозки груза грузоотправитель должен учитывать:

- при перевозке без поддержания температурного режима – температуру наружного воздуха в разных климатических районах нахождения груза в пути следования с учетом обеспечения сохранности и качества груза;

- при перевозке в рефрижераторных вагонах и рефрижераторных контейнерах с поддержанием температурного режима грузоотправитель должен установить температурный режим и (или) обеспечить его соблюде-

ние на всем пути следования.

Вместе с тем, грузоотправитель не несет ответственности за нарушение температурного режима в случае его нарушения по причинам, зависящим от перевозчика или вследствие обстоятельств непреодолимой силы.

Согласно [1] грузоотправитель самостоятельно выбирает режим перевозки груза, а также вагон (контейнер) для перевозки с учетом требований технических регламентов на отдельные виды пищевой продукции. При этом документы по стандартизации, устанавливающие требования к перевозке, хранению и сроку годности груза, для некоторых грузов ввиду повышенных рисков потери их качества требования к используемым транспортным средствам и технологиям сформулированы более жестко. Так, перевозку мороженой пищевой рыбной продукции, мороженого мяса и мясной продукции допускается осуществлять либо в рефрижераторном подвижном составе и рефрижераторных контейнерах с поддержанием температурного режима, либо в изотермическом подвижном составе без поддержания температурного режима при обеспечении сохранности и качества груза. Перевозка выполняется при выполнении требований технических регламентов и документов по стандартизации на продукцию.

В соответствии с Правилами перевозок [1] вводится периодический контроль и освидетельствование изотермических транспортных средств по теплотехническим параметрам. Эти Правила соответствуют нормам, установленным Соглашением о международных перевозках скоропортящихся пищевых продуктов и о специальных транспортных средствах, предназначенных для этих перевозок. Соглашение подписано в г. Женеве 1 сентября 1970 г.

Таким образом, в новых условиях для всех участников перевозки скоропортящихся грузов (грузоотправителей, перевозчиков железнодорожного транспорта, владельцев и операторов транспортных средств) становится актуальным решение задачи установления для каждой конкретной перевозки скоропортящегося груза технологии перевозки, обеспечивающей:

- сохранение качества перевозимого скоропортящегося груза при перевозке;
- соблюдение требований всех действующих правовых и нормативных документов;
- осуществление перевозки с минимальными затратами.

Методология для решения указанной задачи в такой постановке отсутствует.

В настоящей статье предлагается комплексная методика, устанавливающая возможные технологии перевозки скоропортящегося груза железнодорожным транспортом для заданных параметров груза, направления перевозки, даты предъявления к перевозке с учетом актуальной информации о транспортных средствах, в которых может перевозиться данный груз согласно действующим нормативно-правовым документам, термическом оборудовании, устройствах их энергоснабжения. Помимо установления возможных технологий перевозки определяются параметры каждой технологии, соблюдение которых обеспечивает условия сохранения качества данного груза с наименьшими затратами. Комплексная методика предназначена для использования грузоотправителями, перевозчиками железнодорожного транспорта, владельцами и операторами транспортных средств, а также государственными органами, осуществляющими контроль и надзор в сфере

соблюдения качества перевозимых пищевых продуктов, страховыми компаниями.

Предпосылками разработки комплексной методики являются: развитие информационных систем железнодорожного транспорта (цифровизация отрасли), накопление массивов достоверных данных климатологических параметров [3], совершенствование методов теплотехнических расчетов.

Постановка задачи. К перевозке железнодорожным транспортом предъявляется скоропортящийся груз, для которого определены следующие параметры: масса ($G_{гр}$), вид упаковки (неупакованный наливом, тарно-штучный в транспортной упаковке), дата погрузки (предъявления к перевозке), направление перевозки (станция отправления и станция назначения), температурные условия перевозки и хранения груза ($t_{грmin} \leq t_{гр} \leq t_{грmax}$), срок доставки груза ($\tau_{дост}$), рассчитанный в соответствии с [4]. Кроме того, могут быть заданы дополнительные условия перевозки: необходимость вентилирования, сопровождение груза проводниками грузоотправителя.

Необходимо для данного скоропортящегося груза при заданных параметрах установить возможные технологии перевозки.

При перевозке скоропортящегося груза железнодорожным транспортом могут применяться следующие технологии (рис. 1).

Технология 1 – перевозка скоропортящегося груза с поддержанием температурного режима.

Перевозка осуществляется в рефрижераторных вагонах и рефрижераторных контейнерах (КРК), термическое оборудование которых получает энергию от автономных (индивидуальных) или централизованных (в составе сцепа) источников.

В случае перевозки скоропортящегося груза с поддержанием температурного режима в сопровождении проводников грузоотправителя обеспечение работы термического оборудования транспортных средств и устройств их энергоснабжения – дизель-генераторных установок (ДГУ) – полностью лежит в зоне ответственности проводников грузоотправителя.

При перевозке скоропортящегося груза с поддержанием температурного режима без сопровождения проводниками грузоотправителя должна соблюдаться система ограничений вида:

$$\left\{ \begin{array}{l} Q_j < N_j \\ \sum_{j=1}^J W_j < W_n \\ \tau_m + \tau_{терм.ост} \geq \tau_{дост} \end{array} \right., \quad (1)$$

где j – номер транспортного средства, получающего электроэнергию от общего для J транспортных средств ДГУ; Q – расчетный теплоприток в кузов транспортного средства, Вт; N – производительность термического оборудования транспортного средства, Вт; W – расчетное энергопотребление транспортного средства, Вт; W_n – номинальная мощность ДГУ, Вт; τ_m – расчетная продолжительность работы дизель-генераторной установки от заданного запаса топлива V_m , сут; $\tau_{терм.ост}$ – остаточный предельный срок перевозки груза в режиме «термос» после отключения термического оборудования из-за отсутствия топлива, сут.

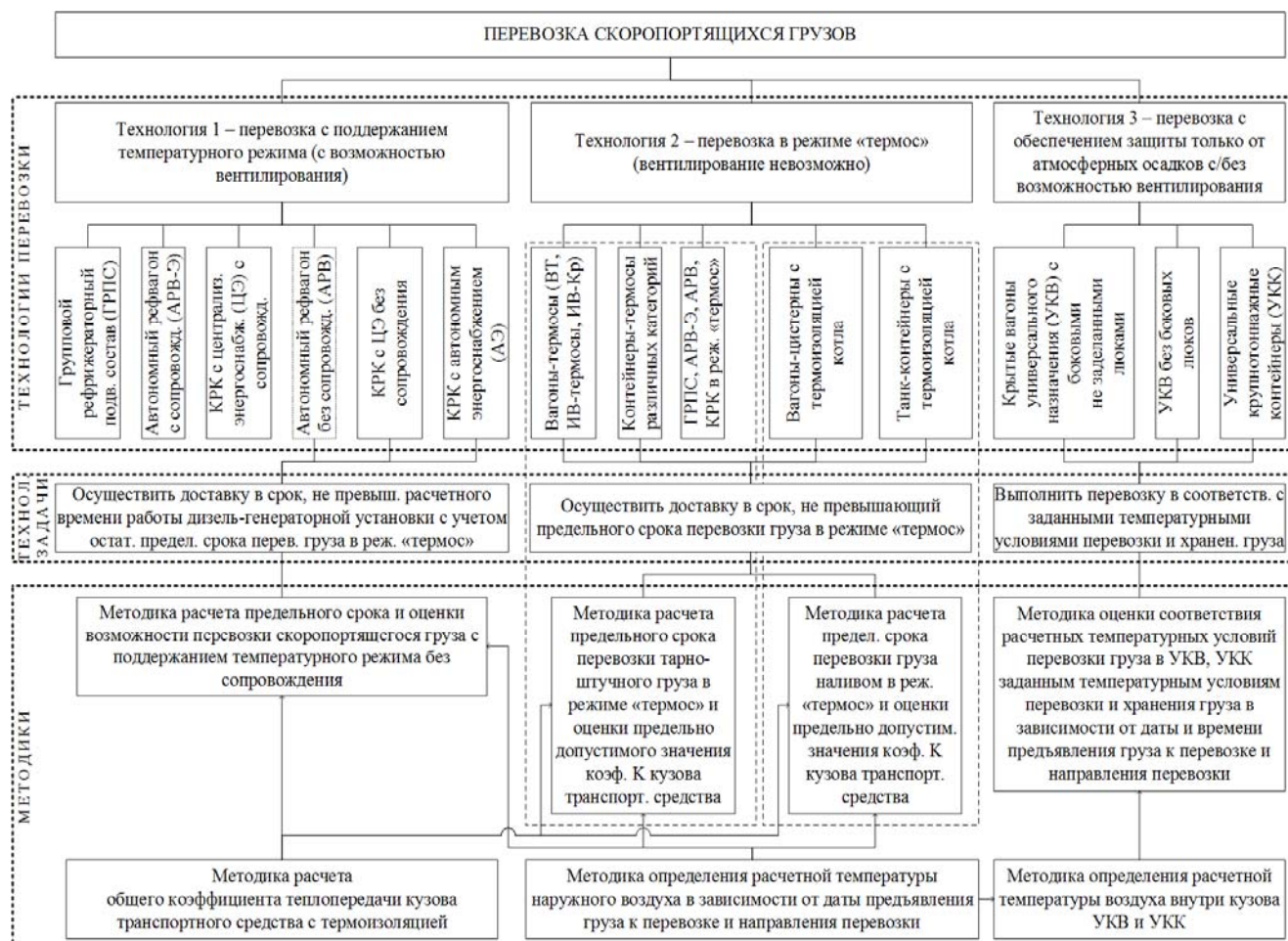


Рис. 1. Технологии и методики для их установления при перевозке скоропортящихся грузов железнодорожным транспортом

Технология 2 – перевозка скоропортящегося груза в режиме «термос».

Применяется только для грузов, не требующих вентилирования в процессе перевозки, в транспортных средствах с термоизолированным кузовом. Теплотехнической характеристикой таких кузовов является общий коэффициент теплопередачи (коэффициент К), измерение которого необходимо осуществлять в соответствии с [5-6]. При перевозке по технологии 2 должно соблюдаться ограничение вида:

$$\tau_{\text{терм}} \geq \tau_{\text{дост}} \quad (2)$$

где $\tau_{\text{терм}}$ – предельный срок перевозки груза в режиме «термос», сут.

Технология 3 – перевозка с обеспечением защиты скоропортящегося груза только от атмосферных осадков.

Перевозка осуществляется в крытых вагонах универсального назначения (УКВ) и универсальных крупнотоннажных контейнерах (УКК). В процессе перевозки скоропортящегося груза по данной технологии расчетные температурные условия его перевозки определяются температурой воздуха внутри кузова (t_e), которая принимается равной сумме температур наружного воздуха (t_n) и дополнительного нагрева воздуха внутри УКВ, УКК (Δt_u), вызванного расчетным воздействием солнечного излучения [7-9].

Для выбора такой технологии перевозки необходимо определить, выполняется ли в течение грузевого рейса для заданного маршрута перевозки условие вида:

$$t_{\text{mpmin}} \leq t_e(t_n, \Delta t_u) \leq t_{\text{mpmax}} \quad (3)$$

Комплексная методика. Установление технологии перевозки с применением комплексной методики (рис. 2) включает ряд шагов.

Шаг 1. Отнесение скоропортящегося груза к одной из трех групп: неупакованные наливом; мороженная пищевая рыбная продукция, мороженое мясо и мясная продукция; прочие тарно-штучные скоропортящиеся грузы.

Шаг 2. Определение перечня возможных технологий перевозки исходя из группы, к которой был отнесен скоропортящийся груз на Шаге 1.

Неупакованные наливом скоропортящиеся грузы могут перевозиться по технологии 2 в изотермических вагонах-цистернах и танк-контейнерах.

Мороженная пищевая рыбная продукция, мороженое мясо и мясная продукция в соответствии с [1] перевозятся только в изотермических вагонах и изотермических контейнерах, то есть по технологиям 1 и 2.

Прочие тарно-штучные скоропортящиеся грузы могут перевозиться как в изотермических вагонах и изотермических контейнерах, так и в УКВ, УКК с защитой только от осадков, то есть по технологиям 1, 2 и 3. Выбранное транспортное средство и технология перевозки должны обеспечивать вентилирование, если оно задано для груза.

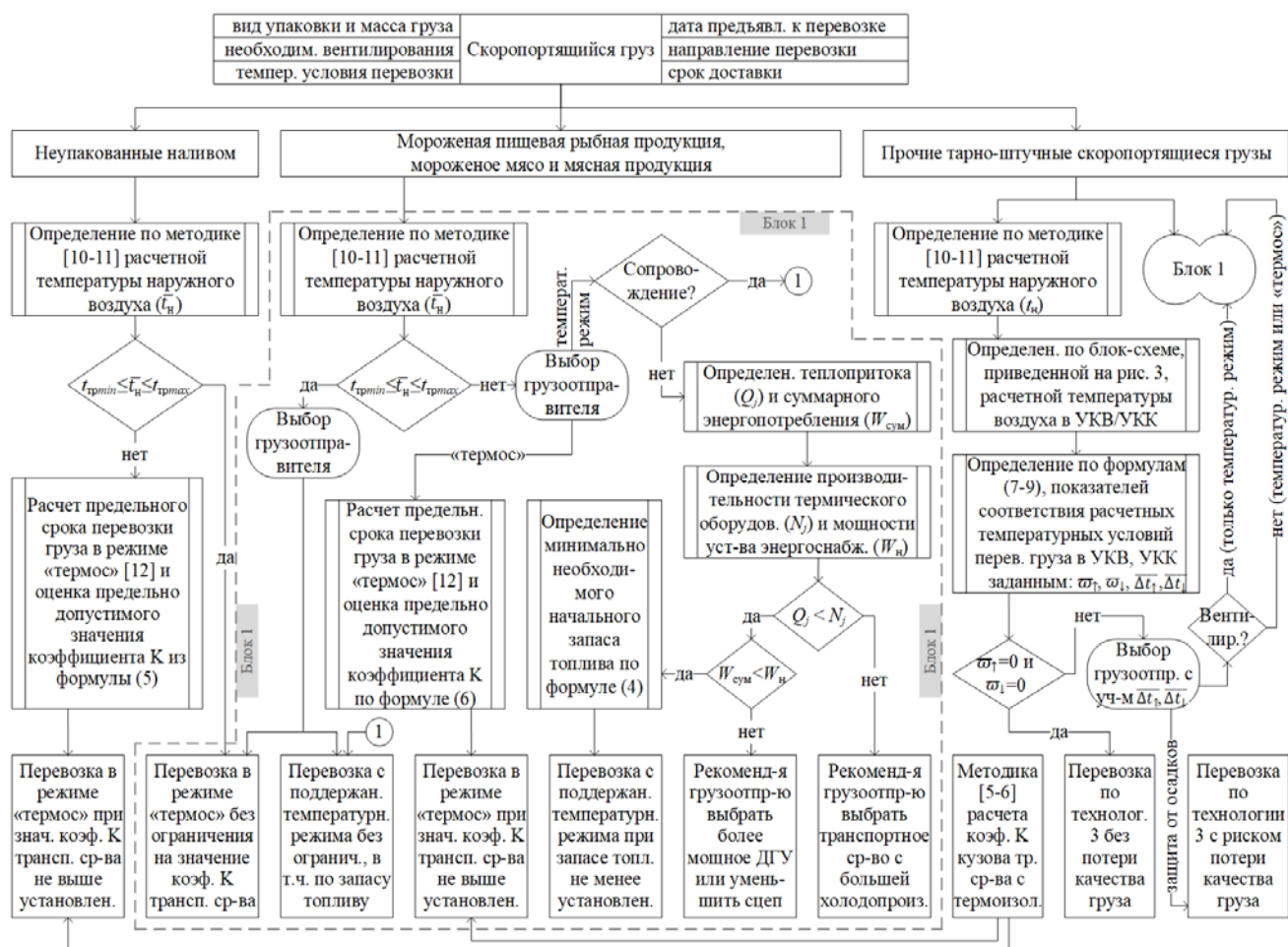


Рис. 2. Комплексная методика установления технологии перевозки скоропортящегося груза железнодорожным транспортом

Шаг 3. Определение расчетной температуры наружного воздуха для заданных направления перевозки, даты предъявления груза, срока его доставки.

С заданной надежностью (p) определяем:

- для технологий 1 и 2 - среднее значение расчетной температуры наружного воздуха за груженный рейс $\bar{t}_n$ [10, 11];

- для технологии 3 - расчетную температуру наружного воздуха (t_n) как совокупность ее частных значений на каждом отдельном участке пути.

Далее, для технологий 1 и 2 осуществляем переход к Шагу 4, для технологии 3 – переход к Шагу 5.

Шаг 4. Установление допустимых вариантов и параметров перевозки по технологиям 1 и 2.

При выполнении неравенства $\bar{t}_{nmin} \leq \bar{t}_n \leq \bar{t}_{nmax}$ допустимыми вариантами перевозки являются:

- по технологии 1 – независимо от сопровождения проводниками – в транспортном средстве с возможностью поддержания температурного режима без ограничений на производительность термического оборудования

ния, мощность устройства энергоснабжения и запас топлива;

- по технологии 2 – для груза, не требующего вентилирования, – в транспортном средстве с термоизолированными кузовами без ограничения на значение коэффициента К.

Если $\bar{t}_n > \bar{t}_{nmax} \vee \bar{t}_n < \bar{t}_{nmin}$:

1) допустимые варианты перевозки по технологии 1:

- в сопровождении проводниками – в транспортном средстве с возможностью поддержания температурного режима без ограничений на производительность термического оборудования, мощность устройства энергоснабжения и запас топлива;

- без сопровождения проводниками – в транспортном средстве, обеспечивающем заданный температурный режим ($Q_j < N_j$), при достаточной мощности устройства энергоснабжения ($W_{сум} < W_n$) и запасе топлива не менее установленного по следующей формуле:

$$V_{\tau} = \left(\tau_{\text{дост}} - \min_{j=1..J} \left(\frac{\overline{c_{\text{гр}j}} \cdot G_{\text{гр}j}}{86,4 \cdot K_j \cdot F_j} \cdot \ln \left| \frac{t_{\text{гр}j} - \overline{t_{\text{н}}}}{t_{\text{гр}j} - t_{\text{н}}} \right| \right) \right) \cdot 24 \cdot (R_{0,3} +$$

$$+ r \cdot \sum_{j=1}^J P_{0\text{т.о.}j} + \sum_{x=1}^{2'} \prod_{j=1}^J \left[\begin{array}{c} \left(\frac{K_j \cdot F_j \cdot |\overline{t_{\text{т.р.}j}} - \overline{t_{\text{н}}}|}{N_j} \pm \right. \\ \left. \pm \frac{\left(\frac{q_{\text{д}j}}{3,6} \cdot G_{\text{гр}j} + Q_{\text{ц}j} \right)}{N_j} \right) \cdot (в) \\ \left(1 - \frac{K_j \cdot F_j \cdot |\overline{t_{\text{т.р.}j}} - \overline{t_{\text{н}}}|}{N_j} \pm \right. \\ \left. \pm \frac{\left(\frac{q_{\text{д}j}}{3,6} \cdot G_{\text{гр}j} + Q_{\text{ц}j} \right)}{N_j} \right) \cdot (о) \end{array} \right]_{\text{x}} \cdot \sum_{j=1}^J W_{j\text{x}} \right), \quad (4)$$

где $\overline{c_{\text{гр}}}$ – расчетная средняя за грузный рейс удельная теплоемкость груза, кДж/(кг·К); K – общий коэффициент теплопередачи кузова (в соответствии с принятой классификацией [5]) примем $K = 0,40$ Вт/(м²·К); F – средняя площадь кузова, м²; $t_{\text{грх}}$ – расчетная температура груза в момент отключения термического оборудования по причине прекращения его энергоснабжения, °С; $t_{\text{грн}}$ – предельно допустимая температура груза в конце перевозки, °С; $\overline{t_{\text{н}}}$ – расчетная температура наружного воздуха, °С; $R_{0,3}$ – расчетный расход топлива ДГУ на собственные нужды, л/ч; r – приведенный расход топлива ДГУ на выработку электроэнергии, л/Вт·ч; $P_{0\text{т.о.}}$ – суммарная средняя мощность постоянно работающих блоков транспортного средства (вентиляторы-циркуляторы, контроллер температуры, др.), Вт; $\overline{t_{\text{т.р.}}}$ – средняя поддерживаемая температура в транспортном средстве, °С; $q_{\text{д}}$ – расчетное тепловыделение груза, кДж/(кг·ч); $Q_{\text{ц}}$ – тепловой эквивалент вентиляторов-циркуляторов, Вт; x – вариант энергоснабжения на сцепе, когда термическое оборудование каждого транспортного средства в конкретный момент времени может быть либо включено (в), либо отключено (о).

Одиночное транспортное средство с автономным источником энергоснабжения может быть рассмотрено как частный случай сцепа из одного транспортного средства, то есть примем $J = 1$ в формуле (4);

2) допустимым вариантом перевозки по технологии 2 является перевозка груза, не требующего вентилирования, в транспортном средстве с термоизолированным кузовом и коэффициентом K , измеренным в соответствии с [5, 6], не выше установленного значения.

Теплофизические основы расчета $\tau_{\text{терм}}$ приведены в [12]. Для тарно-штучных скоропортящихся грузов, перевозимых в вагонах-термосах и термоизолированных контейнерах, из-за сложности выражения для расчета $\tau_{\text{терм}}$ максимально допустимое значение

коэффициента K определяем численными методами [13], подставив $\tau_{\text{дост}}$ вместо $\tau_{\text{терм}}$:

$$\tau_{\text{дост}} = \overline{c_{\text{гр}}} \cdot G_{\text{гр}} \cdot \frac{1}{86,4 \cdot K \cdot F} \cdot \left[\ln \left(\overline{t_{\text{н}}} - t_{\text{грн}} \right) - \right.$$

$$\left. - \ln \left(\overline{t_{\text{н}}} - t_{\text{н}0} + \left(1 - e^{-\frac{\overline{c_{\text{грн}}} \cdot G_{\text{гр}}}{1620 \cdot K \cdot F}} \right) \cdot C_2 + 0,855 \cdot (t_{\text{грн}} - t_{\text{грн}}) + \right. \right. \quad (5)$$

$$\left. \left. + C_1 \cdot \left(C_2 - \left(1 - e^{-\frac{\overline{c_{\text{грн}}} \cdot G_{\text{гр}}}{1620 \cdot K \cdot F}} \right) \cdot C_2 \right) \right] \right],$$

где $C_1 = \begin{cases} 0,803, t_{\text{грн}} < t_{\text{н}0} \\ 0,710, t_{\text{грн}} > t_{\text{н}0} \end{cases}$; $C_2 = t_{\text{н}0} - t_{\text{грн}}$; $t_{\text{грн}}$ – расчетная температура груза при предъявлении к перевозке, °С; $t_{\text{н}0}$ – расчетная температура наружного воздуха в момент предъявления груза к перевозке, °С [10]; $\overline{c_{\text{грн}}}$ – расчетная удельная теплоемкость груза при предъявлении к перевозке, кДж/(кг·К).

Для неупакованных грузов, перевозимых наливом в вагонах-цистернах и танках-контейнерах с термоизолированным котлом, максимально допустимое значение коэффициента K определяем по формуле:

$$K = \frac{\overline{c_{\text{гр}}} \cdot G_{\text{гр}} \cdot \ln \left| \frac{1}{t_{\text{н}} - t_{\text{грн}}} \cdot \left(\frac{(W_{\text{к}} + 1,251 \cdot V) \cdot (t_{\text{н}0} - t_{\text{грн}})}{2} - \frac{c_{\text{грн}} \cdot G_{\text{гр}}}{2} \right) \right|}{86,4 \cdot F \cdot \tau_{\text{дост}}}, \quad (6)$$

где $W_{\text{к}}$ – расчетное теплоусвоение котла цистерны, кДж/К; V – расчетный полный объем котла цистерны, м³.

Шаг 5. Установление допустимых вариантов перевозки по технологии 3.

Определяем расчетную температуру воздуха в УКВ/УКК (расчетные температурные условия перевозки груза в УКВ, УКК) ($t_{\text{в}}$) по алгоритму, приведенному на рис. 3.

Для оценки соответствия расчетных температурных условий перевозки груза в УКВ, УКК заданным вводим и рассчитываем показатели $\varpi_{\uparrow}$ и $\varpi_{\downarrow}$, характеризующие

долю времени от срока доставки, в течение которого имели место выходы, соответственно, за верхнюю ($t_{\uparrow}$ при $p_{\uparrow} = p$, где $0,5 < p < 1,0$) и нижнюю ($t_{\downarrow}$ при $p_{\downarrow} = (1 - p)$) границы заданных температурных условий:

$$\omega_{\uparrow\downarrow} = \sum_{i=1}^I \sum_{d=1}^{D_i} \left(\frac{\tau_{id}}{\tau_{дост}} \cdot (t_{\uparrow id} > t_{\text{трmax}}) \mid (t_{\downarrow id} < t_{\text{трmin}}) \right), \quad (7)$$

где I – количество реперных метеостанций на маршруте перевозки; D_i – количество полных суток проследования грузом i -й группы элементарных отрезков на маршруте перевозки; τ_{id} – продолжительность проследования грузом i -й группы элементарных отрезков за d -е сутки, сут.

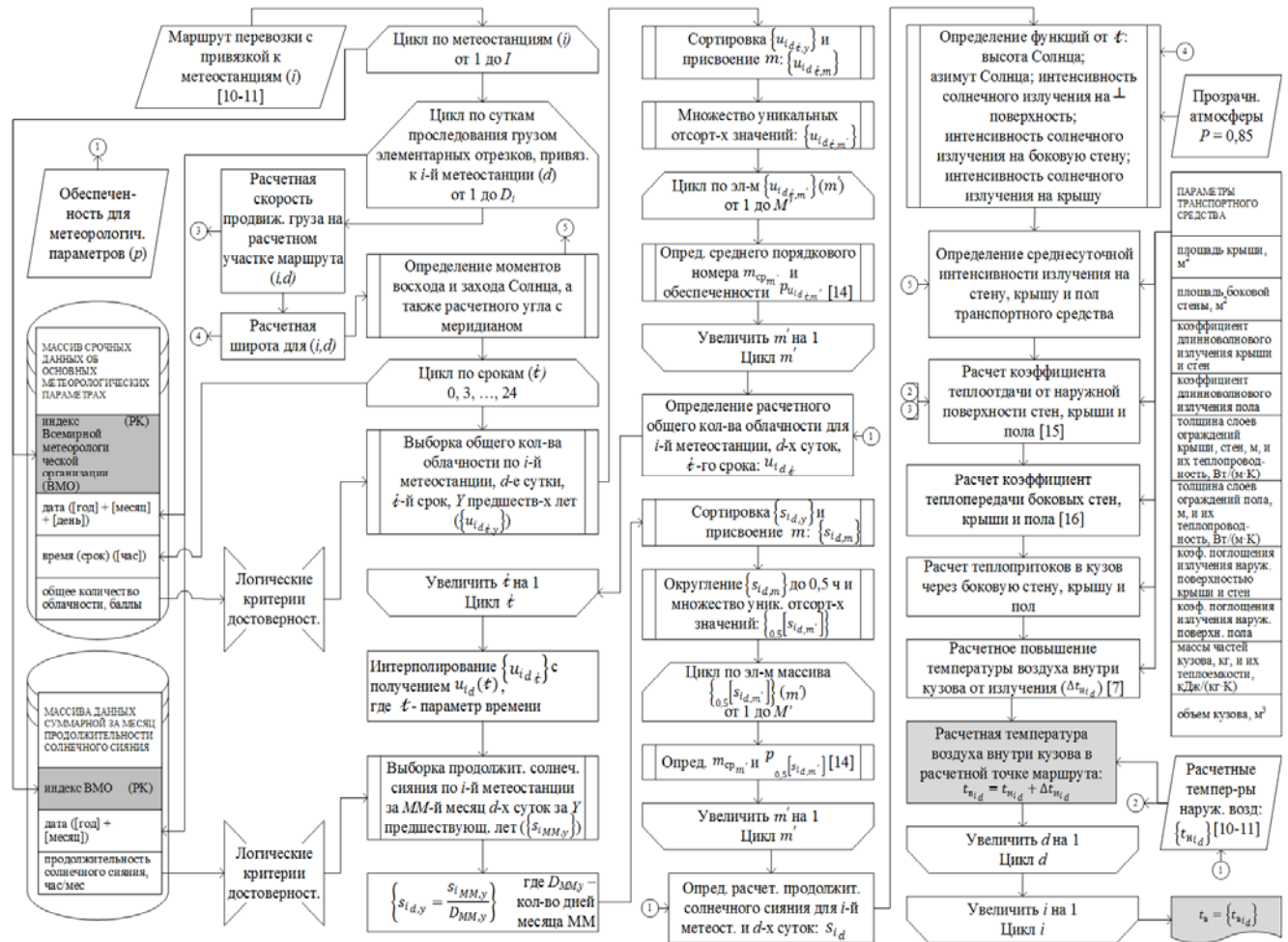


Рис. 3. Алгоритм определения расчетной температуры воздуха внутри кузова УКВ и УКК в зависимости от даты предъявления груза к перевозке и направления перевозки [7,10, 11, 14, 15, 16]

При $(\omega_{\uparrow} + \omega_{\downarrow}) > 0$ определяем средний выход расчетных температурных условий перевозки груза в УКВ, УКК за, соответственно, верхнюю ($\Delta t_{\uparrow}$) и нижнюю ($\Delta t_{\downarrow}$) границы заданных температурных условий:

$$\Delta t_{\uparrow} = \left[\sum_{i=1}^I \sum_{d=1}^{D_i} (\tau_{id} \cdot (t_{\uparrow id} - t_{\text{трmax}}), t_{\uparrow id} > t_{\text{трmax}}) \right] \cdot \frac{1}{\omega_{\uparrow} \cdot \tau_{дост}}, \quad (8)$$

$$\Delta t_{\downarrow} = \left[\sum_{i=1}^I \sum_{d=1}^{D_i} (\tau_{id} \cdot (t_{\downarrow id} - t_{\text{трmin}}), t_{\downarrow id} < t_{\text{трmin}}) \right] \cdot \frac{1}{\omega_{\downarrow} \cdot \tau_{дост}} \quad (9)$$

При положительном результате оценки перевозка по технологии 3 может быть осуществлена без потери качества скоропортящегося груза. В противном случае, при перевозке по технологии 3 имеются риски потери качества груза. В последнем случае перевозчик может

рекомендовать грузоотправителю использовать технологии перевозки груза в режиме «термос», если груз не требует вентилирования, (технология 2) или с поддержанием температурного режима (технология 1). При этом грузоотправитель может выбрать перевозку груза в УКВ, УКК с риском потери качества груза. Как результат, по выполнению всех шагов комплексной методики имеем установленные возможные технологии перевозки для данного скоропортящегося груза при заданных параметрах. (8)

При соответствии расчетного температурного воздействия (расчетной температуры наружного воздуха ($t_{\text{н}}$) или расчетных температурных условий перевозки груза в УКВ, УКК ($t_{\text{в}}$) заданным температурным условиям перевозки и хранения груза ($[t_{\text{трmin}}, t_{\text{трmax}}]$) возможными технологиями перевозки являются:

– перевозка с поддержанием температурного режима (технология 1) без ограничений на производи-

тельность термического оборудования, мощность устройства энергоснабжения и запас топлива;

- перевозка в режиме «термос» (технология 2) без ограничения на значение коэффициента К транспортного средства;

- перевозка по технологии 3 (кроме мороженой пищевой рыбной продукции, мороженого мяса и мясной продукции) без потери качества груза.

При несоответствии расчетного температурного воздействия заданным температурным условиям перевозки и хранения груза возможными технологиями перевозки являются:

- перевозка с поддержанием температурного режима (технология 1) в транспортных средствах с производительностью термического оборудования не менее установленной, энергоснабжение которых осуществляется от ДГУ с мощностью и запасом топлива не менее установленных;

- перевозка в режиме «термос» (технология 2) в транспортных средствах, кузов которых имеет значение коэффициента К не более установленного;

- перевозка по технологии 3 (кроме мороженой пищевой рыбной продукции, мороженого мяса и мясной продукции) с риском потери качества груза.

Окончательное решение о выборе технологии перевозки из установленных возможных технологий принимает грузоотправитель.

Выводы

Предложенная комплексная методика установления технологии перевозки скоропортящегося груза железнодорожным транспортом позволит:

- осуществить грузоотправителю выбор технологии и параметров перевозки скоропортящегося груза железнодорожным транспортом с наименьшими затратами и с учетом определения расчетного температурного воздействия на груз для заданного маршрута и даты приема груза к перевозке с учетом ее продолжительности;

- обеспечить взаимодействие перевозчика и грузоотправителя по выполнению условий сохранения качества груза при перевозке с соблюдением нормативных требований к перевозкам скоропортящихся грузов железнодорожным транспортом;

- автоматизировать процесс установления возможных технологий и параметров их использования при перевозке скоропортящегося груза железнодорожным транспортом.

Литература

1. Правила перевозок железнодорожным транспортом скоропортящихся грузов: утв. приказом Минтранса России от 04 марта 2019 года № 66.

2. Федеральный закон от 02 января 2000 года № 29-ФЗ «О качестве и безопасности пищевых продуктов» // СЗ РФ. – 2000. – № 2. – С. 150.

3. Айсори-удаленный доступ к ЯОД-архивам / ВНИИГМИ-МЦД. [Электронный ресурс]. URL: <http://aisori.meteo.ru/ClimateR> (дата обращения: 23.02.2020).

4. Правила исчисления сроков доставки грузов, порожних грузовых вагонов железнодорожным транспортом: утв. приказом Минтранса России от 07 августа 2015 года № 245.

5. Соглашение о международных перевозках скоропортящихся пищевых продуктов и о специальных транспортных средствах, предназначенных для этих перевозок (СПС). [Электронный ресурс]. URL: http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp11/ATP_publication/2017/ATP_R_ECE_TRANS_271_WEB.pdf (последнее обращение 23.02.2020 г.).

6. Давыдов Д.О. Методика расчета общего коэффициента теплопередачи кузова специального транспортного средства для перевозки скоропортящихся грузов // Вестник ВНИИЖТ. - 2019. – № 4(78). – С. 249–256.

7. Китаев Б.Н. Тепловое воздействие солнечной радиации на вагоны. - М.: Трансжелдориздат, 1962. - 32 с.

8. Абдуллаев Б.А. Влияние солнечной радиации на теплопритоки рефрижераторных вагонов и контейнеров // Известия ПГУПС. - 2019. – № 1. – С. 18–24.

9. Шакиров В.А., Артемьев А.Ю. Методика учета влияния облачности на поток солнечной радиации по данным архивов метеостанций// Системы. Методы. Технологии. - 2014. – № 4(24). – С. 79–83.

10. Давыдов Д.О. Алгоритм определения расчетной температуры наружного воздуха для установления условий перевозок скоропортящегося груза железнодорожным транспортом // Вестник транспорта Поволжья. - 2019. – № 2(74). – С. 51–59.

11. Свидетельство 2019660714 Российская Федерация. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Алгоритм определения расчетной температуры наружного воздуха для установления условий перевозок скоропортящегося груза железнодорожным транспортом (T_EXT_TRANSA)/ Д.О. Давыдов; заявитель и правообладатель Давыдов Денис Олегович (RU). – №2019619792; заявл. 01.08.2019; опубл. 12.08.2019, Реестр программ для ЭВМ. – 1 с.

12. Дюбо А.П., Крутова Е.А. Теплообмен при перевозке скоропортящихся грузов в вагонах-термосах // Вестник ВНИИЖТ. - 1984. - № 5. - С. 50-54.

13. Зенков А.В. Численные методы. Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2016. - 123 с.

14. СП 131.13330.2018 «СНиП 23-01-99* Строительная климатология»: утв. приказом Минстроя России от 28 ноября 2018 года № 763/пр.

15. СТ ССФЖТ ЦТ-ЦП129-2002 «Локомотивы, моторвагонный и специальный подвижной состав. Кабины, салоны, служебные и бытовые помещения. Методики испытаний по показателям систем обеспечения микроклимата»: утв. и введен в действие указанием МПС России от 25 июня 2003 года № Р-634у.

16. Комаров Н.С. Справочник холодильщика. - Киев: Государственное издательство технической литературы УССР, 1953. - 396 с.

Сведения об авторе

Давыдов Денис Олегович, старший научный сотрудник лаборатории управления перевозками продовольственных и скоропортящихся грузов, АО «НИИАС»,
109029, Россия, Москва, ул. Нижегородская, д. 27
Тел. +7 (926) 583-02-08
E-mail: d.o.davydov@gmail.com.

ОПТИМАЛЬНАЯ ФАЗА ВИХРЕВОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ В УПРАВЛЕНИИ МАГНИТОРЕОЛОГИЧЕСКИМИ ВИБРООПОРАМИ¹

Доктор техн. наук, профессор, главный научный сотрудник **Гордеев Б.А.**
(Институт проблем машиностроения Российской академии наук. ИПМ РАН;
профессор Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева)
Кандидат физ.-мат. наук, доцент, старший научный сотрудник **Охулков С.Н.**
(Институт проблем машиностроения Российской академии наук. ИПМ РАН;
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева)
Кандидат техн. наук, доцент **Степанов К.С.**
(Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева)
Ведущий электроник **Ванягин А. В.**
(Институт прикладной физики Российской академии наук. ИПФ РАН)

OPTIMAL PHASE OF THE VORTEX MAGNETIC FIELD IN THE MAGNETORHEOLOGICAL UPRAVLENII VIBRIOFORME

Doctor (Tech), Professor, Ch. Researcher **Gordeev B.A.**
(Institute of mechanical engineering problems of the Russian Academy of Sciences. IPM RAS;
Professor of Nizhny Novgorod state technical University. R. E. Alekseeva)
Ph. D. (Phys.-Math.), Senior Researcher (IPM RAS), Associate Professor (NSTU) **Ohulkov S.N.**
(Institute of mechanical engineering of the Russian Academy of Sciences. IPM RAS;
Nizhny Novgorod state technical University. R. E. Alekseev NSTU)
Ph. D. (Tech), Senior Researcher, Associate Professor (NSTU) **Stepanov K. S.**
(Nizhny Novgorod state technical University. R. E. Alekseev NSTU)
Leading Electronics Engineer **Vanyagin A.V.**
(Institute of applied physics of the Russian Academy of Sciences. IPF RAS)

Управляемая виброопора, магнитореологический трансформатор, вихревое магнитное поле, магнитореологическая жидкость, вязкость, дроссельные каналы, фазовые сдвиги, основная гармоника демпфируемого вибросигнала.

Controlled vibration support, magnetorheological transformer; vortex magnetic field, magnetorheological liquid, viscosity, choke channels, phase shifts, main harmonic of the damped vibration signal.

В статье изложены результаты исследований по нахождению оптимальной фазы вихревого магнитного поля относительно потока магнитореологической жидкости (МРЖ) в зазоре между двумя коаксиальными цилиндрами магнитореологического трансформатора (МРТ). Частота изменения напряжённости вихревого магнитного поля синхронна с основной гармоникой демпфируемого вибросигнала. При движении транспортных средств изменяется частота основной гармоники входного вибросигнала и синхронно изменяются частота и фаза управляющего магнитного поля.

The article presents the results of research on finding the optimal phase of a vortex magnetic field relative to the flow of a magnetorheological fluid (MRI) in the gap between two coaxial cylinders of a magnetorheological transformer (MRI). The frequency of changing the intensity of the vortex magnetic field is synchronous with the main harmonic of the damped vibration signal. When vehicles move, the frequency of the main harmonic of the input vibration signal changes and the frequency and phase of the control magnetic field change synchronously.

Введение

При транспортировке различных грузов в любом из видов транспорта всегда возникают действующие на грузы дополнительные вибрационные и ударные перегрузки. В результате возникает актуальная для транспортных средств задача - разработка новых и усовершенствование имеющихся средств пассивной и активной виброзащиты. Из имеющихся средств пассивной виброзащиты при транспортировке крупногабаритных грузов часто используются тросовые виброизоляторы.

Однако они имеют крупный недостаток - большой объем и массу, иногда сравнимую с массой транспортируемого груза. Из активных средств виброзащиты и защиты от ударов применяются гидроопоры с МРТ. При разработке активных систем виброгашения - нового поколения гидроопор с магнитореологическими трансформаторами (МРТ), с элементами адаптивной настройки и электромеханического преобразования, с рекуперацией поглощенной энергии внешнего источника вибрации и шума - основой является рабочие магнитореологические жидкости (МРЖ), движением кото-

¹ Работа выполняется по теме государственного задания ИПФ РАН на проведение фундаментальных научных исследований на 2013-2020 гг. №0035-2014-0402 (№ госрегистрации 01201458047).

рых в дроссельных каналах можно управлять с помощью внутренних и внешних электромагнитных полей. При этом в конструкцию МРТ гидроопор, как правило, вводится управляющая электромагнитная система возбуждающих электромагнитов (ВЭ) с ферромагнитными сердечниками. В этом случае возникает сложная техническая задача: управляющее магнитное поле должно изменяться синфазно с изменением частоты внешнего вибросигнала.

Следящая система автоподстройки минимума динамической жёсткости гидроопоры с магнитореологическим трансформатором

Существующие конструкции гидроопор с индукционным МРТ содержат дроссельные каналы, соединяющие их рабочие и компенсационные камеры, заполненные магнитовязкой средой. Управление таким МРТ осуществляется внешним и ортогональным электромагнитным полем возбуждающих электромагнитов (ВЭ) его электромагнитной системы и производится посредством включения или выключения индукционных клапанов - дроссельных каналов с помощью комбинаций "открыто - закрыто" с целью изменения (трансформации) динамической жёсткости гидроопор с МРТ и повышения их демпфирующих характеристик.

При создании вихревого, вращающегося магнитного поля в коаксиальном зазоре МРТ гидроопоры необходимо и достаточно выполнение двух условий:

Условие первое. Необходимо в МРТ гидроопоры расположить в пространстве $3p$ одинаковых катушки ($p = 1, 2, 3, \dots$) с равным числом витков так, чтобы их оси были расположены в одной плоскости и сдвинуты взаимно на равные углы $\Delta\alpha = 360^\circ/3p$ [1]. Время одного оборота результирующего вектора равно периоду основной гармоники вибросигнала.

Условие второе. Во время работы гидроопоры необходимо поддерживать оптимальный сдвиг фаз между вращающимся магнитным полем и потоком МРЖ в зазоре между коаксиальными цилиндрами.

В начальный момент времени фаза управляющего движением МРЖ магнитного поля относительно фазы основной гармоники входного вибросигнала совершенно произвольна. Поэтому нельзя заранее предсказать, оптимальна она в данном процессе или нет. Для низкочастотных вибросигналов, ниже пятидесяти герц, предполагается, что оба сигнала - в одной фазе или близки к этому. Однако при этом не учитываются переходные процессы при формировании $3n$ -фазного питающего индуктор напряжения. Даже в том случае, если эти оба сигнала оказались в фазе, то это еще не означает оптимального, с наибольшим эффектом демпфирования. Поскольку начальная вязкость рабочей среды, МРЖ, совершенно не определена. Она зависит от температуры, различных взвесей, оставшихся кластеров и т.д.

Технический результат заключается в нахождении наименьшего значения выходного (демпфированного) вибросигнала, управляющего потоком $3n$ -фазного магнитного поля. Это достигается путем поиска оптимальной фазы магнитного поля относительно потока магнитореологической жидкости в дроссельном канале.

Технический результат достигается тем, что входной вибросигнал, поступающий на вход магнитоуправляемой гидроопоры, одновременно через управляемую линию задержки поступает на блок формирователя, управляющего магнитным полем $3n$ -фазного, напряже-

ния. Цифровой сигнал, управляющий линией задержки, поступает с выхода блока вычитания кодов (вычитателя), на первый и второй входы которого поступают сигналы с двух регистров. В одном регистре запоминается предыдущий код с выхода аналогового цифрового преобразователя (АЦП), в другом - последующий [1-4]. Вычитатель определяет разность между предыдущим и последующим кодами. Допустим, что выходной сигнал вычитателя больше нуля, тогда выходной сигнал линии задержки смещается (отстает) по фазе на $360/n$, где n - число, соответствующее разности выходных сигналов второго и первого регистров. Входной аналоговый сигнал поступает на аналоговый вход АЦП с выхода формирователей импульсов, которые поступают с выходного вибропреобразователя. Тогда, когда амплитуды двух следующих друг за другом импульсов сравняются или амплитуда последующего импульса начнет превалировать, прекращается управление линией задержки и, следовательно, фаза найдена оптимальной.

Управление фазой магнитного поля

Допустим, что выходной сигнал вычитателя меньше нуля, тогда выходной сигнал линии задержки смещается (опережает) по фазе на $360/n$. В этом случае управление фазой магнитного поля относительно фазы входного вибросигнала осуществляется ниже описанным способом. На рисунке 1 приводится устройство для решения вышеприведенных задач по предлагаемой схеме.

В начальный момент входной вибросигнал с датчика 12, установленного на исследуемой гидроопоре - объекте 13, через линию 5 задержки на время $T/2$ (T - период вибросигнала) поступает на преобразователь 2, где однофазный сигнал преобразуется в $3n$ -фазный, необходимый для питания обмоток индуктора, создающих вращающееся магнитное поле. Далее, сформированный $3n$ -фазный сигнал через усилитель 3 мощности поступает на обмотки 14 индуктора гидроопоры. С некоторой задержкой по фазе с датчика 1, установленного на выходе гидроопоры, появляется выходной, ослабленный, демпфированный сигнал.

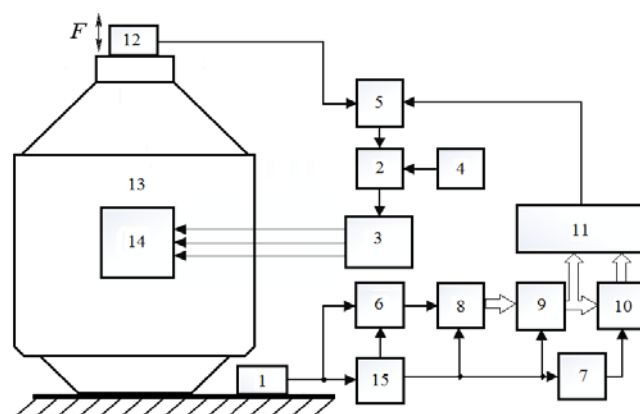


Рис. 1. Структурная схема способа управления фазой магнитного поля относительно фазы входного вибросигнала:

1 – выходной датчик гидроопоры, 2 – преобразователь, 3 – усилитель мощности, 4 – источник питания, 5 – управляемая линия задержки (УЛЗ), 6 – устройство выборки-хранения (УВХ), 7 – линия задержки на один такт, 8 – аналогово-цифровой преобразователь (АЦП), 9 – первый регистр (Pr1), 10 – второй регистр (Pr2), 11 – схема вычитания кодов, 12 – входной датчик исследуемого объекта, 13 – исследуемый объект, 14 – индуктор, 15 – тактовый генератор

Если изменения фазы между током, питающим обмотки индуктора, и основной гармоникой вибросигнала не происходит, то амплитуда выходного, демпфированного сигнала остается все время постоянной (рис.2).

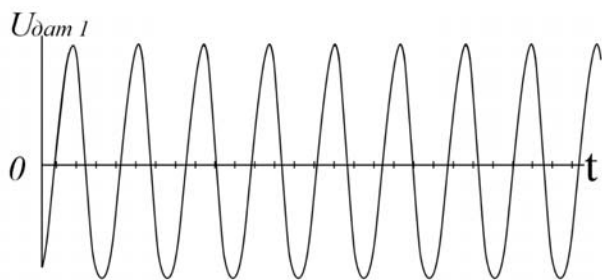


Рис. 2. Выходной демпфированный сигнал с постоянной амплитудой

Однако задача состоит в том, что амплитуду выходного сигнала надо выбрать наименьшей, как на рисунке 3.

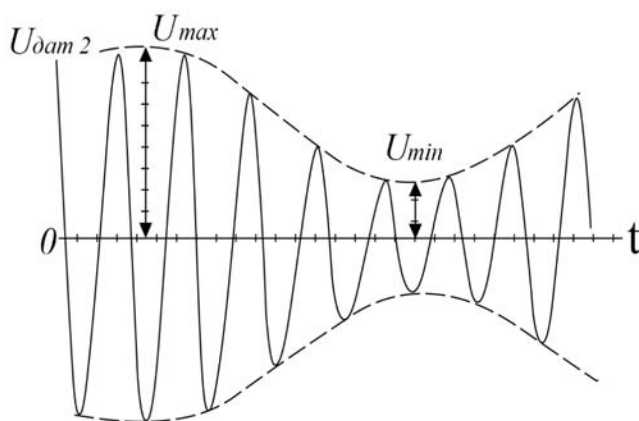


Рис. 3. Изменяющаяся амплитуда выходного демпфированного сигнала

Для этого выходной гармонический сигнал с датчика гидропоры поступает на устройство выборки-хранения (УВХ) 6, в котором входной сигнал запоминается в моменты времени, заданные тактовым генератором 15, частота которого синхронизована с частотой входного гармонического сигнала (рис. 4).

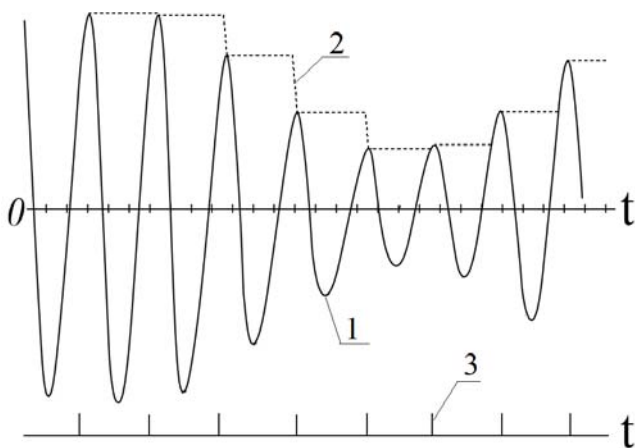


Рис. 4. Выходной сигнал УВХ: 1 – сигнал на входе УВХ 6, 2 – сигнал на выходе УВХ 6, 3 – импульсы с выхода тактового генератора 15

Затем сигнал с выхода УВХ 6 подается на АЦП 8, где преобразуется в цифровой код, который запоминается в первом регистре (Rg1), а затем, с задержкой на

один такт тактового генератора 15, создаваемой линией задержки 7, этот код переносится во второй регистр (Rg2). Таким образом, Rg1 и Rg2 содержат коды, соответствующие амплитудам двух последовательных периодов входного гармонического сигнала.

Коды из регистров Rg1 и Rg2 вычитаются друг из друга в схеме вычитания кодов 11, и эта разность подается на управляемую линию задержки 5, в которой в зависимости от величины и знака разности выходного кода схемы вычитания кодов 11 изменяется величина задержки сигнала от датчика 12 до преобразователя 2, тем самым регулируется фаза магнитного поля, создаваемого индуктором 14. Если с блока 11 разность будет положительная, то сдвиг УЛЗ 5 будет влево (в сторону опережения управления индуктором 14), если разность с блока 11 будет меньше нуля, то сдвиг УЛЗ 5 будет вправо (в сторону отставания управления индуктором 14).

Точность установки задержки в УЛЗ 5, следовательно, и фазы магнитного поля, создаваемого индуктором, будут зависеть от точности синхронизации тактового генератора 15 с гармоническим сигналом с выхода датчика 1 и разрядности АЦП 8.

Пусть вибросигнал имеет максимальную частоту $f_{\text{сиг}} = 100 \text{ Гц}$, тогда период этого сигнала $T = 10 \cdot 10^{-3} \text{ с}$. Точность синхронизации тактового генератора с входным сигналом можно обеспечить не хуже $\Delta t = 1 \cdot 10^{-6} \text{ с}$, что даёт погрешность измерения амплитуды

$$\Delta A = 1 - \cos\left(\frac{2\pi \cdot \Delta t}{T}\right) = 1 - \cos\left(\frac{2\pi \cdot 10^{-6}}{10^{-2}}\right) = 1,97 \cdot 10^{-7}, \quad (1)$$

а при использовании 24-разрядного АЦП 8 погрешность, вызванная квантованием сигнала, составит

$$\Delta B = 2^{-24} = 6 \cdot 10^{-6}. \quad (2)$$

Таким образом, общая погрешность составит

$$\Delta C = \Delta A + \Delta B = 1,97 \cdot 10^{-7} + 6 \cdot 10^{-6} = 2,6 \cdot 10^{-7}. \quad (3)$$

В результате при $f_{\text{сиг}} = 100 \text{ Гц}$ угловая частота $\omega = 628 \text{ рад}$, систематическая погрешность установки фазы магнитного поля составит

$$628 \cdot 2,6 \cdot 10^{-7} = 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ рад}.$$

Выводы

Движение транспортных средств, особенно в переходных режимах, сопровождается полигармонической вибрацией, когда основная гармоника входного вибросигнала не остается постоянной. Тогда необходимо постоянно корректировать фазу управляющего магнитного поля в магнито-гидравлической вибропоре. Система управления гидропоры с МРТ должна работать в режиме самонастройки. Построение оптимального регулятора фазы вихревого магнитного поля связано с изменением вязкости МРЖ и скорости ее протекания в зазоре между коаксиальными цилиндрами.

В настоящей работе выявлены зависимости для определения оптимальных фазовых сдвигов между сигналами с датчика входного вибросигнала и управляющим магнитным полем по критерию минимальной амплитуды выходного сигнала. Включение на выходе датчика входного вибросигнала управляемой линии задержки позволяет выбрать оптимальный фазовый сдвиг между данными сигналами синхронно и синфазно с частотой входного вибросигнала.

Литература

1. Радиоавтоматика: учеб. пособие В.Н. Бондаренко, В.Н. Тяпкин. Д.Д. Дмитриев [и др.] ; ред. В.Н. Бондаренко. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т. - 2013. - 172 с.
2. Гостев В. И. Системы управления с цифровыми регуляторами. Справочник, – К. Техника, 1990. – 280 с.
3. Гордеев Б.А., Ермолаев А.И., Охулков С. Н., Синев А.В., Шохин А.Е. Магнитореологический трансформатор, управляемый вращающимся магнитным полем // Проблемы машиностроения и надёжности машин. -2018.- № 4. - С. 28-35.
4. Гордеев Б.А., Охулков С.Н., Ермолаев А.И., Осмехин А.Н. Повышение надёжности работы магнитоуправляемой гидроопоры // Статья. ВИНТИ. Транспорт: наука, техника, управление. - 2019. - №1. - С. 12-15.

Сведения об авторах

Гордеев Борис Александрович, доктор техн. наук, профессор, Главный научный сотрудник Института проблем машиностроения Российской академии наук (ИПМ РАН): профессор Нижегородского Государственного архитектурно-строительного университета (ННГАСУ),
603024, Россия, г. Н. Новгород, ул. Белинского, д. 85
Тел.: (831) 432 - 23 - 56; факс (831) 432 - 23 – 40
E-mail: gord349@mail.ru.

Охулков Сергей Николаевич, кандидат физ.-мат. наук, старший научный сотрудник лаборатории виброзащиты машин ИПМ РАН, доцент кафедры «Теоретическая и общая электротехника» НГТУ,
603024, Россия, г. Н. Новгород, ул. Белинского, д. 85
E-mail: oxulkovs@mail.ru.

Степанов Константин Сергеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Теоретическая и общая электротехника» НГТУ им. Р.Е. Алексеева,
603950, Россия, г. Н. Новгород, ул. Минина, д. 24

Ванягин Алексей Владимирович, ведущий электроник, Институт прикладной физики Российской академии наук (ИПФ РАН),
603950, Россия, г. Н. Новгород, ул. Ульянова д. 46
Тел.: (831)418-90-84
E-mail: e678xk@mail.ru.

МЕТОДОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ТРАНСПОРТНОЙ МОБИЛЬНОСТИ ПОКОЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ЦИФРОВЫХ СЕРВИСОВ

Доктор техн. наук, профессор **Горелик С.Л.**

(Национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики.
Университет ИТМО)

Кандидат техн. наук, доцент **Арифиллин И.В.**,

кандидат техн. наук, доцент **Терентьев А.В.**

(Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет. МАДИ)

Советник руководителя **Иванов И.А.**

(Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации)

METHODOLOGY FOR BUILDING REGIONAL SYSTEM OF TRANSPORT MOBILITY OF A GENERATION ON THE BASIS OF UNIVERSAL DIGITAL SERVICES

Doctor (Tech.), Professor **Gorelik S.L.**

(National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics. ITMO)

Ph.D. (Tech.), Associate Professor **Arifullin I.V.**,

Ph.D. (Tech.), Associate Professor **Terent'ev A.V.**

(Moscow Automobile and Road Construction State Technical University. MADI)

Advisor to the Head **Ivanov I.A.**

(Analytical Center under the Government of the Russian Federation)

Системы транспортной мобильности, оперативное планирование, цифровые сервисы, региональный пассажирский транспорт.

Transport mobility systems, operational planning, digital services, regional passenger transport.

В статье рассмотрена методология формирования систем обеспечения региональной транспортной мобильности населения, основанная на принципах цифровой трансформации технологических и бизнес-процессов. Методология опирается на представление моделируемой системы как набора цифровых сервисов, которые объединяются в различные комбинации для обеспечения целевых функций. Цифровой сервис ориентирован на одного или нескольких участников и/или внешних партнеров и состоит из функциональных сервисных модулей, которые используются в различных цифровых сервисах. Разделение на цифровые сервисы и модули в значительной степени условно, но позволяет создать «гибкий конструктор» для проектирования систем региональных пассажирских перевозок.

This article focuses on methodology for building up systems of population regional transport mobility, which is based upon principles of digital transformation of technological and business processes. Methodology relies upon modelled system perception as a set of digital services which are being united in various combinations for providing objective functions. Digital service is oriented towards one or several participants and/or external partners and consists of functional service modules that are used in different digital services. The division into digital services and modules is by far contingent, however, it allows creating "flexible construction kit" for designing system of regional passenger transport.

Типовая математическая (фенологическая) модель системы регионального пассажирского транспорта (РПТ), позволяет разрабатывать типовые решения с учетом специфических особенностей региона. Модель увязывается с показателями, определяющими целевые функции системы РПТ, что позволяет использовать при проектировании современные методы оптимизации с учетом целевых показателей и интересов всех заинтересованных сторон, а также динамичный характер объекта моделирования. Это дает возможность применения модели не только при разработке, но и в процессе эксплуатации для регулярного онлайн контроля целевых показателей и подготовки управленческих решений.

Предметом методологии является разработка и внедрение систем РПТ нового поколения (поколение 4.0), основанных на принципах цифровой трансформации технологических и бизнес-процессов, а также способ построения модели объекта разработки. Методология основана на представлении моделируемой системы как набора цифровых сервисов, которые объединяются в различных комбинациях для обеспечения целевых функций. Цифровой сервис ориентирован на одного или нескольких участников и/или внешних партнеров и состоит из функциональных сервисных модулей, которые используются в различных цифровых сервисах. Разделение на цифровые сервисы и модули в значительной степени условно, но позволяет создать «гибкий

конструктор» для проектирования системы региональных пассажирских перевозок. В рассматриваемом подходе функциональная архитектура системы регионального пассажирского транспорта, содержит две базовые подсистемы, связанные внешними интерфейсами и образующие единую систему. Эти базовые подсистемы следующие (рис. 1):

- автоматизированная система управления - АСУ РПТ (по схеме G2B или B2B), в которую входят под-

системы комплексного мониторинга и управления пассажирскими перевозками;

- «информационно-платежная система» - ИПС (по схеме B2C), которая обеспечивает информационное обслуживание всех участников и платежно-расчетные функции.

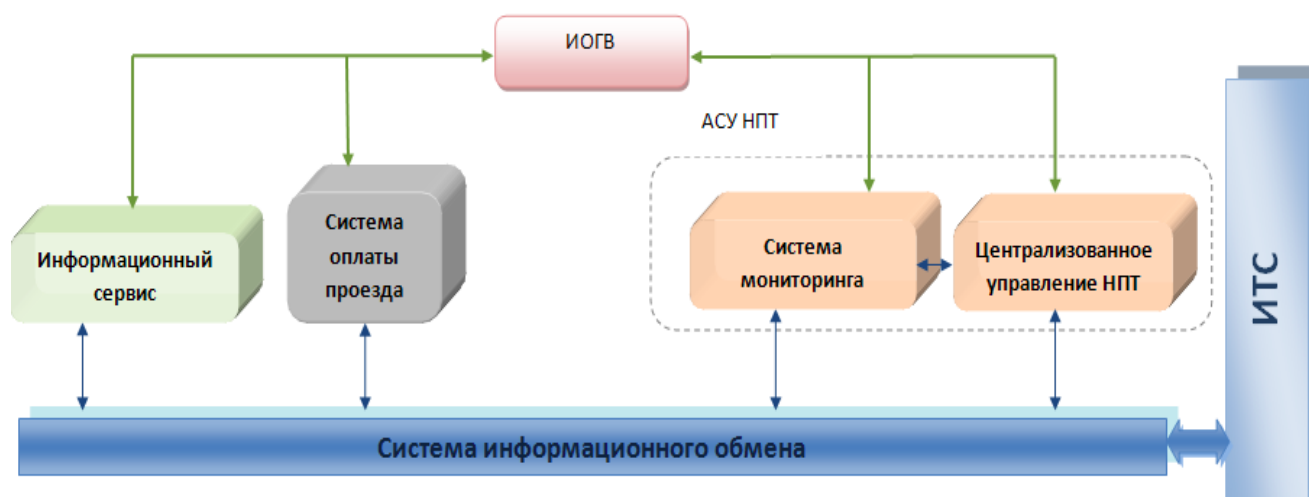


Рис.1 Функциональная структура системы РПТ

Функции государственного регулирования реализуются через исполнительные органы государственной власти (ИОГВ). Система информационного обмена обеспечивает функции оператора цифровых сервисов. Взаимодействие с внешними системами позволяет реализовать концепцию «интеллектуальной» транспортной системы (ИТС) в структуре так называемых «умных регионов». Типовые цифровые сервисы (ЦС) (табл.1) обеспечивают централизованное управление и универсальный комплексный мониторинг основных параметров системы и отдельных модулей, информационно-платежные функции, а также аналитику для подготовки проектов управляющих решений, в т.ч. выявление рисков выхода из равновесного состояния и потери устойчивости, планирование маршрутов и расписаний, диспетчерское управление движением, формирование и синхронизацию мультимодальных поездок, которые осуществляются по принципу MaaS, анализ объемов транспортной работы перевозчиков и другие необходимые функции.

Модель системы РПТ основана на самообучающихся алгоритмах, которые образуют интеллектуальную составляющую транспортной системы, которая, фактически, является ее «цифровым двойником», отображающим состояние системы в процессе эксплуатации.

«Цифровой двойник», построенный на предложенной модели, может быть использован в составе систем более высокого уровня (типа системы «Умный город») для принятия управленческих решений различного уровня (операционного, тактического, стратегического). ЦС, обеспечивающие целевые функции системы РПТ, реализуются с помощью аппаратно-программных модулей (АПМ). Другими словами, между множеством используемых ЦС и множеством АПМ в процессе проектирования устанавливается отображение, которое позволяет выбранному при проектировании набору ЦС поставить в соответствие определенный набор АПМ (табл 2), через которые сервисы доставляются до пользователей через общедоступные и специальные телекоммуникационные каналы связи. На современном этапе развития технологии инфокоммуникационных систем основной упор делается на использование стандартных технических средств или средств, созданных на базе серийных модулей. Такой подход обеспечивает существенную экономию инвестиционных и эксплуатационных затрат за счет использования серийной продукции, которая гораздо дешевле специальной в производстве и обслуживании [7].

Перечень типовых ЦС, обеспечивающих региональную транспортную мобильность

№	Наименование сервиса	Потребители сервиса	Функции
1	Информирование пассажира	Пассажиры	Запросы и получение информации о расписаниях и маршрутах, тарифах на перевозку, способах оплаты, видах билетов состоянии текущего счета, об услугах “по подписке” и “по требованию” и др.
2	Управление маршрутами	Маршрутные перевозчики	Организация пассажирских перевозок на уровне перевозчика (управление водителями, кондукторами, парком ТС)
3	Оптимизация и моделирование маршрутов	ИОРВ,	Оптимизация (сопоставление плановых и фактических показателей работы маршрутов, анализ результатов сопоставления, формирование вариантов оптимизации). Моделирование (прогнозирование показателей работы маршрутов при различных вариантах оптимизации)
4	Планирование маршрутов	ИОРВ,	Составление маршрутов и расписаний, оптимизация, корректировка маршрутной сети и расписаний
5	Мониторинг немаршрутного транспорта	ИОРВ, маршрутные перевозчики	Автоматизированный сбор актуальных данных о маршрутных транспортных средствах, обработка актуальных данных, предоставление актуальных данных в различных вариантах отображения потребителям.
6	Автоматизированная поддержка диспетчера	ИОРВ,	При разрешении инцидентов (фиксация действий участников инцидента для последующего анализа принимаемых мер, автоматическое уведомление служб быстрого реагирования)
7	Диспетчерское регулирование и координация движения маршрутного транспорта	ИОРВ	Автоматическая обработка актуальных данных о геопозиции транспортного средства. Предоставление инструментария для взаимодействия диспетчера и водителей транспортных средств. Управление движением маршрутных транспортных средств в рамках расписания
8	Предоставление отдельных данных другим ЦС и внешним системам	ИОРВ	Данные мониторинга для НСИ (маршруты и расписания). Результаты выполнения транспортной работы. Техно-эксплуатационные показатели (статистические, аналитические)
9	Аналитика	Все участники	Формирование статистических и аналитических отчетов
10	Информационное обеспечение поездки	Пассажиры	Расчет оптимальной поездки, информационное сопровождение: оплата проезда, пересадки
11	Расчет мультимодальной поездки	Перевозчики	Подключение немаршрутных перевозчиков к системе, получение запросов от пассажира на планируемые заранее поездки, данные маршрута поездки, текущая геопозиция ТС, фиксация выполнения маршрутного задания, расчет и передача в другие ЦС информации о вариантах поездки
12	Оплата проезда пассажиром	Пассажиры	Автоматизированная регистрация льгот, авторизация пассажира в транспортном средстве (в период выполнения поездки) с выдачей цифрового документа о предоставляемой услуге, пополнение электронного платежного инструмента, автоматический расчет стоимости проезда с учетом льгот, билетно-тарифных планов, других условий
13	Обеспечение оплаты проезда	Перевозчики	Реализация проездных документов, оплата проезда пассажиром, контроль и учет оплаты, конструирование тарифных планов, учет льгот
14	Услуги для льготных категорий	ИОРВ Перевозчики Пассажиры	Регистрация льгот, авторизация и аутентификация льгот в поездке, взаиморасчеты между перевозчиками и с ОИГВ за перевозку льготных категорий пассажиров, передача информации о поездках льготников в другие ЦС, обмен БД льготных категорий пассажиров с другими ЦС и БД для расчета субсидий, расчет тарифных планов для льготников
15	Автоматический контроль ТС	Перевозчики	Контроль общих показателей работы, параметров работы бортового оборудования, стиля вождения и др.)
16	Контроль НПА и договоров	ИОРВ, Перевозчики	Данные по показателям на перевозку, о нарушениях НПА, для расчета субсидий
17	Допуслуги в поездке	Пассажиры	Программы лояльности партнеров, таргетированные предложения партнеров
18	Контроль водителей	Перевозчики	Учет результатов предрейсовых медицинских осмотров, онлайн контроль психофизического состояния
19	Обеспечение сопутствующих услуг в части перекрестной лояльности	ИОРВ, Партнеры по услугам	Предоставление пассажирам информации о состоянии бонусных счетов партнеров, возможности перевода бонусных баллов партнеров в транспортные баллы для оплаты проезда, Личный кабинет партнера или интеграционный механизм (финансовые взаиморасчеты за пользование контентом)
20	Обратная связь с пассажиром	Пассажиры	Онлайн рейтингование по результатам получения услуги, предложения, вопросы и рекомендации, онлайн информирование о нарушениях работы транспорта (маршруты, расписания, ЧС), вызов служб экстренного реагирования

Таблица 2.

Аппаратно-программные модули (АПМ)

№	Наименование АПМ	Применение
1	Модуль отображения диспетчера	Отображение ситуаций в диспетчерских центрах
2	Модуль отображения для пассажира	Информирование пассажиров
3	Мобильное приложение или мессенджеры	Планирование, оплата, информирование (на смартфоне, телефоне, специальном мобильном гаджете пользователя)
4	Интернет-портал или сайт	Доступ к информационным ресурсам и административным функциям системы (персональный компьютер с доступом в Интернет)
5	Внутрисистемный АРМ	Служебные функции для рабочих мест персонала
6	Интерфейс межсистемного взаимодействия	Мобильная общедоступная связь, специальная связь (для телематики и специальных целей)
7	Специальные мобильные приложения	Приложения на смартфонах и мобильных устройствах (для персонала поставщиков мобильности, других участников системы перевозки)
8	Программный интерфейс для web-доступа	Для всех участников

Каждый АПМ является стандартизированным устройством, состоящим из нескольких соединенных между собой элементов с общим управлением. Как правило, стандартизация осуществляется на аппаратном и программном уровнях и предусматривает подключение с помощью унифицированных настраиваемых шлюзов. Указанные ЦС замыкаются в контуре обратных связей, обеспечивающем устойчивость системы при выходе из состояния равновесия, которое происходит под влиянием внешних и внутренних факторов. В результате, система возвращается в одно из равновесных состояний, соответствующих новым условиям. Внешними факторами могут стать изменение пассажиропотоков, диктуемое спросом на транспортные услуги, массовые мероприятия, препятствующие движению, недостаточность персонала и многое другое. Каждый АПМ имеет встроенное ПО, которое обеспечивает реализацию алгоритмов его функционирования, а в соединении с другими модулями - алгоритмы бизнес-процессов обеспечения региональной транспортной мобильности. Для адекватного выбора аппаратных решений разработаны рекомендации, вытекающие из принципов цифровой трансформации производственно-технологических процессов. В частности, изучена и рекомендована к использованию концепция перехода от специализированных аппаратных решений бортового оборудования пассажирского транспортного средства (валидаторы, активаторы, ридеры, трекеры и т.п.), которые обычно используются в настоящее время, к серийно и массово выпускаемым мобильным устройствам, преимущественно находящимся в личном пользовании пассажира. Этим достигается снижение инвестиционных и экс-

плуатационных расходов, появляются дополнительные возможности автоматического онлайн построения матриц пассажирских корреспонденций, необходимых для оперативной корректировки и планирования маршрутов, информирования пассажира, оценки объема и качества транспортной работы по объективным показателям датчиков, которыми снабжены современные мобильные устройства, и личных оценок пассажира (реализация обратной связи от потребителя) [6]. Использование аппаратных решений массового производства позволяет легко конструировать региональную муниципальную систему обеспечения мобильности населения с минимальными ресурсными и временными затратами.

Рассмотрим принципы формирования типового набора цифровых сервисов, открытых для дополнения. При выборе учитываются стандартные принципы аналогичных систем, а именно, переходы:

- от редуccionного подхода - к системному подходу;
- от структурного подхода - к процессному подходу;
- к моделицентричной реализации системы управления;
- от приоритета документов к приоритету данных;
- от работы для одного заказчика к работе с множеством заинтересованных сторон;
- от методов жесткого планирования к использованию гибких объектно-ориентированных;
- способность целенаправленного выбора алгоритма решения текущих задач.

Можно утверждать, что выбор ЦС (особенно, вариантов их использования) диктуется не только технологическими возможностями или сторонним опытом, но, в первую очередь, систематизированной полезностью и эффективностью для конкретных пользователей с учетом региональной специфики. Региональная специфика определяется многомерностью и разнородностью структуры, возможным многообразием природы элементов и связей системе, разной чувствительностью к воздействиям и асимметричностью потенциальных возможностей осуществления функциональных и дисфункциональных изменений. При этом каждый из элементов системы должен и может быть также представлен в виде подсистемы, свойства системы шире свойств ее подсистем, допускается факторизация (деление на относительно независимые подсистемы), функционирование в условиях неопределенности. Поэтому эффективный выбор ЦС требует использования математических методов анализа и моделирования на основе решения многокритериальной задачи оптимизации [2].

Обобщенный перечень этих параметров следующий:

- экономическая эффективность;
- комфортность перевозки, которая коррелирована с показателями удовлетворенности пользователей, но не тождественна им;
- нагрузка на дорожно-транспортную инфраструктуру;
- безопасность перевозок (частота эксцессов с ранжированием по степени последствий);
- среднее время в пути в день для пассажира;
- соответствие коммуникационной и транспортной инфраструктуры региона требованиям цифровизации (с ранжированием по специальной шкале);

– КРІ деятельности органов власти и их подведомственных структур;

– уровень условий труда персонала организаций, участвующих в обеспечении перевозок (ранжирование по нескольким показателям и обобщенный критерий).

Применяемые методы оптимизации системы по перечисленным параметрам должны обеспечивать, как минимум:

– оценку доступной информации и определение недостающей;

– определение критериев производительности и эффективности для целеполагания системы;

– получение и анализ всех исходных требований, которые отражают запросы пользователей и цели заинтересованных сторон;

– анализ решений, отражающих поведение системы, которые должны соответствовать всем функциональным требованиям и требованиям к производительности;

– распределение всех поведенческих элементов системы по соответствующим (подходящим) им элементам архитектуры;

– анализ компромиссных решений по альтернативным проектным решениям или архитектуре для поддержки процесса принятия решений;

– создание исполняемых моделей для верификации и валидации работы системы.

Для описания состояния системы РПТ целесообразно выделить ключевые (интегральные) параметры, совокупность которых позволяет в рамках модели, которая может быть (и обычно бывает на практике) неполной, получить достаточное для принятия управляющих решений представление о системе. Под неполнотой модели понимается отсутствие в ней взаимно-однозначного соответствия имеющегося множества параметров и полного описания системы. Также надо принимать во внимание, что даже имеющиеся в рамках неполной модели параметры известны с ограниченной точностью, более того, они динамические (меняются во времени дискретно или условно непрерывно). Смысл выбора интегральных параметров системы заключается в том, чтобы при мониторинге получить достаточную информацию для оценки общего состояния системы и/или ее отдельных компонентов и сделать прогноз на ближайшее будущее. В качестве интегральных параметров системы РПТ, образующих вектор ее состояния, целесообразно выбирать показатели, характеризующие степень достижения целевых функций. При этом для корректной интерпретации и исследования результатов мониторинга, а также возможности прогнозирования будущего состояния системы требуется понимание взаимосвязи целей и показателей как системы в целом (цели корпоративного уровня), так и их взаимосвязи с целями и показателями отдельных элементов системы (бизнес-системы, функциональных систем и подсистем) [5]. Таким образом, для определения энтропии системы требуется выстраивание системы целей и показателей.

Рассмотрим и используем для этой цели инструменты современной теории управления организационно-техническими системами, интегрируя и адаптируя их к задаче мониторинга. Одной из проблем управления системами, имеющими значительную социально-экономическую составляющую, является проблема управления мотивациями. Она

касается как вопросов планирования и постановки системы целей и показателей, так и вопросов мониторинга, поскольку появляется необходимость учета человеческого фактора в рамках выбора параметров мониторинга. Т.е. требуется учитывать цели и интересы, а также соответствующие показатели коллективов и отдельных людей. Кроме того, поскольку для социальных элементов характерны не только формальные, но и неформальные интересы, а также отношения, то необходимо учитывать как первые, так вторые. В первом случае рассмотрим и применим такие инструменты, как концепция сбалансированной системы показателей Нортон и Каплана [4] в связке с инструментами теории заинтересованных сторон, а для второго случая, введем понятие симбиотических групп. Указанный подход позволяет выстроить модель целей и показателей комбинированной технической и социально-экономической системы с учетом вопросов мотивации заинтересованных лиц системы.

Система РПТ является сложной эргатической системой. Эргатические системы определяются, в первую очередь, целевыми функциями как результатом деятельности. Так, например, для социальных систем (некоммерческих) (например, государственных и муниципальных органов, некоммерческих организаций) целью в наиболее общем смысле является удовлетворение общественных потребностей, в более частном – качественное предоставление соответствующих услуг, уровня жизни, в том числе, безопасности отдельным гражданам, экологической и экономической безопасности и т.д. Для коммерческих систем основной целью является получение максимальной прибыли (дохода) путем реализации выбранной бизнес-модели (деятельности). Система обеспечения транспортной мобильности – комплексная система, в которой все указанные целевые функции являются важными. Анализ существующих моделей показывает, что для заинтересованных сторон наиболее полно отражающей взаимосвязи между интересами участников социальной или коммерческой систем является балансовая модель ресурсных отношений. Взаимосвязи интересов подразумевают ресурсный обмен между участниками, при этом под ресурсами понимается все, что имеет ценность для заинтересованных сторон. Полученные связи и артефакты обмена будут являться основными элементами модели мотивации и позволят перейти к моделям целеполагания, мониторингу достижения заданных параметров и исследованию устойчивости системы. Для рассмотрения полезно использовать упрощенную балансовую модель ресурсных отношений. Без учета условий баланса между участниками и с указанием ресурсов, которыми обмениваются заинтересованные стороны, она составляет ресурсную модель интересов. Оценки сбалансированности учитываются при анализе устойчивости объекта мониторинга. Как правило, состав как внешних, так и внутренних заинтересованных сторон различается по влиянию на результаты производственной или коммерческой деятельности.

В качестве параметров оптимизации системы РПТ предлагается использовать финансовые ожидания участников системы, ожидания пассажиров по затратам времени на перевозку, комфортности поездки, показатели удовлетворенности всех участников от результатов деятельности, социально-общественные интересы и

некоторые другие аспекты. Полученные путем учета интересов участников и их взаимосвязей цели могут быть дополнены по принципу дерева целей. При декомпозиции целей по уровням управления одним из ключевых требований является учет не только верхнеуровневых целей, но и требований внутренних элементов системы к рассматриваемому интересу. Для каждого уровня управления выбираются 2-3 комплексные цели, характеризующие целевое состояние элемента выбранного уровня. Комплексные цели при этом являются зависимыми от целей более низкого уровня по установленным взаимосвязям. В свою очередь, для полученных целей выбираются показатели, характеризующие степень ее достижения. На основании изложенного, формулируется последовательность выбора интегральных параметров. Анализ динамики изменения интегральных показателей на основе методов синергетики [3] алгоритмов оценки динамики информационной энтропии [1] позволяет прогнозировать риски и выявлять тенденции, которые необходимо учитывать при принятии управленческих решений.

Выводы

1. Разрабатываемая методология формируется на базе современного состояния информационных и мобильных технологий и основана на типовом наборе ЦС (цифровых сервисов), которые могут быть использованы для реализации целевых функций любой системы РПТ.

2. Последовательное использование методологии разработки с помощью наборов типовых решений разного уровня позволяет реализовать модульный принцип создания региональных систем транспортной мобильности различной сложности с учетом местной специфики и требований условий применения.

3. Для оценки прогнозируемого и текущего состояния системы РПТ используется понятие интегральных (ключевых) показателей, учитывающих различные факторы влияния (экономические, социальные, технические, экологические и др.) и допускающих оперативные количественные оценки в процессе мониторинга. Это позволяет оценить эффективность системы на всех стадиях ее жизненного цикла и своевременно предусмотреть возникновение кризисных ситуаций, принять меры для возвращения системы в равновесное состояние и сохранить ее устойчивость по отношению к внешним и внутренним факторам.

Литература

1. Лебедева О. Н. Энтропийное моделирование динамики многомерных стохастических систем / О.Н. Лебедева // дис. канд. физ.-мат. наук, ФГБОУ ВПО «Челябинский государственный университет». – Челябинск, 2015. – С. 174.

2. Терентьев, А.В. Методы принятия решений в условиях неопределённого состояния «внешней среды» / А.В. Терентьев, Б.Д. Прудовский // Транспортное планирование и моделирование: сб. трудов Международной научно-практической конференции (26-27 мая 2016) СПбГАСУ. – СПб., 2016. – С. 145-149

3. Хакен Г. Синергетика. Иерархии неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах. — М.: Мир, 1985. — 424 с.

4. R. S. Kaplan. Analog Devices: The Half Life Metric // Harvard Business School Case, 1990, №9, 190 061.

5. Арифиллин И.В. Создание интегрированной транспортно-логистической системы Новой Москвы путем внедрения комплексных транспортных узлов / И.В. Арифиллин / Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник ВИНТИ РАН. - 2013. - № 9. - С. 64-66.

6. Карелина М.Ю., Арифиллин И.В., Терентьев А.В. Система управления качеством эксплуатации автомобиля / М.Ю. Карелина, И.В. Арифиллин, А.В. Терентьев / Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2019. - №2(57). - С.34-42.

7. Arifullin I. Conceptual approach to improving road safety by improving reliability of equipment / I. Arifullin / В сборнике: Transportation Research Procedia., 2017. - С.21-24.

Сведения об авторах

Горелик Самуил Лейбович, д.т.н., профессор кафедры «Управление государственными информационными системами», Национальный исследовательский университет ИТМО, 195269, Санкт-Петербург, ул. Брянцева, дом 18, кв.25. E-mail: Samgor46@gmail.com.

Арифиллин Илья Владимирович, к.т.н., доцент кафедры «Менеджмент», МАДИ, 125319, Москва, Ленинградский проспект, д. 64. E-mail: i_arifullin@mail.ru.

Терентьев Алексей Вячеславович, к.т.н., доцент кафедры «Детали машин и теории механизмов» МАДИ, 125319, Москва, Ленинградский проспект, д. 64. E-mail: aleksej.terentev.67@bk.ru.

Иванов Игорь Алексеевич, Советник руководителя аналитического центра при Правительстве РФ, 115142, Москва, ул. Коломенская, дом 12, к.1 E-mail: I.Ivanov@apsrf.ru.

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭЛЕКТРОЛИТОВ ХРОМИРОВАНИЯ
ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И УПРОЧНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН**

Аспирант **Котомчин А.Н.**,
кандидат техн. наук, доцент **Синельников А.Ф.**
(Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет. МАДИ)
Кандидат техн. наук, доцент **Корнейчук Н.И.**
(Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко)

**COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF CHROMIUM PLATING ELECTROLYTES
FOR RECOVERY AND HARDENING OF MACHINE PARTS**

Post-graduate **Kotomchin A.N.**,
Ph.D. (Tech.), Associate Professor **Sinelnikov A.F.**
(Moscow Automobile and Road Construction State Technical University. MADI)
Ph.D. (Tech.), Associate Professor **Korneychuk N.I.**
(Pridnestrovian State University. T. G. Shevchenko)

Детали машин, антикоррозионная защита, упрочнение, хромирование, электролит хромирования, добавки.

Machine parts, corrosion protection, hardening, chromium plating, chromium plating electrolyte, additives.

В статье рассматриваются электролиты хромирования, которые известны на сегодняшний день. Проведён их краткий анализ, состав, режимы, производительность и характер осадков. Даны исчерпывающие выводы по перспективе дальнейших исследований хромовых электролитов, с целью оптимизации режимов и улучшения качества осадков. Предложен новый состав электролита, в котором предлагается заменить неорганическую добавку сульфат кобальта на сульфат никеля, в результате с одновременным использованием добавки БПФК-19, позволит улучшить качество осадков и снизить затраты на хромирование.

The article discusses the chromium plating electrolytes, which are known to date. Their brief analysis, composition, modes, productivity, and character of precipitation is carried out. Comprehensive conclusions are given on the prospect of further studies of chrome electrolytes, in order to optimize the modes and improve the quality of precipitation. A new composition of the electrolyte is proposed, in which it is proposed to replace the inorganic additive cobalt sulfate with Nickel sulfate, as a result, with the simultaneous use of the additive BPFC-19, it will improve the quality of precipitation and reduce the cost of chrome plating.

Введение

Известно, что один из перспективных способов восстановления и упрочнения деталей машин является хромирование. На данный момент хромирование в основном используют в машиностроении в качестве антикоррозионной защиты и в декоративных целях. Для восстановления и упрочнения деталей машин хромирование используются редко из-за низкой производительности, сложности процесса и высоких требований к экологии на территории России и стран Евросоюза. Как известно, в современном производстве машин произошло сокращение величины предельно допустимого износа ресурсопределяющих деталей машин. У большего количества машин предельный износ ресурсопределяющих деталей варьируется в пределах 0,05...0,5 мм, что делает возможным использование хромирования при их восстановлении и упрочнении.

Известно, что одним из путей увеличения производительности электролитического осаждения хрома является изменение состава электролита путём добавления ионов неорганических и органических добавок, которые могут увеличить производительность хромирования и улучшить качество осадков. Для более рационального выбора электролита хромирования, необходимо произвести анализ существующих электроли-

тов и выбрать состав и режимы, которые позволят увеличить производительность и уменьшить влияние на экологию и безопасность проводимых работ.

Анализ проводившихся исследований

Разработке электролитов для получения износостойких хромовых осадков посвящено большое количество работ и исследований, которые направлены главным образом на подбор неорганических и органических добавок в раствор хромовой кислоты. Хромирование в производстве и ремонте машин получило небольшое распространение, в связи с низкой производительностью электролитов хромирования. В результате идёт постоянный поиск оптимальных составов с целью увеличения производительности осаждения при сохранении качества покрытий.

Обзор научной литературы, диссертаций и статей выявил применение наиболее производительных электролитов хромирования: это - сульфатные, саморегулирующиеся и тетрахроматные [1].

Для более детального анализа рассмотрим наиболее распространённые сульфатные электролиты, которые, в свою очередь, делятся на универсальные, разбавленные и концентрированные.

Из сульфатных наиболее простым по своему составу является универсальный электролит, который имеет состав: хромовый ангидрит (CrO_3) $220 \div 250$ г/л, серная кислота (H_2SO_4) $2,2 \div 2,5$ г/л. В процессе его использования было выявлено, что данный электролит удобен в эксплуатации при производстве, при этом допускает большие изменения состава (г/л), режима электролиза (D_k , $t_{эл}$, η) и имеет достаточно хорошую микрорассеивающую способность [2]. Так, износостойкие твердые блестящие хромовые покрытия получают при рабочей температуре электролита $t_{эл} = 45 \div 55^\circ\text{C}$ и плотности тока $D_k = 15 \div 60$ А/дм², а выход по току хрома $\eta = 12 \div 14\%$ [3,4].

В работе [5] рассматривается применение тиофосфорорганической добавки (ТФО) для увеличения производительности универсального электролита хромирования. Концентрацию добавки ТФО меняли в пределах $1,1 \div 1,9$ г/л, в результате было определено, что для получения качественных хромовых покрытий выход хрома по току η практически не будет зависеть от состава электролита. При вводе в электролит добавки ТФО в количестве $1,75$ г/л, рабочей температуре электролита $t_{эл} = 35^\circ\text{C}$ и плотности тока $D_k = 8$ А/дм² получается выход хрома $\eta = 14\%$, а при увеличении D_k до 10 А/дм² - $\eta = 15,7\%$.

Для повышения D_k и рассеивающей способности (РС) в стандартный электролит хромирования добавлялась органическая добавка СК [6-9]. В результате этого было установлено, что при составе электролита: $\text{CrO}_3 = 250$ г/л и органической добавки СК в количестве $3 \div 5$ г/л повысится D_k с $17,45$ до 25% и будет увеличиваться с ростом количества данной добавки, D_k и $t_{эл}$. При этом рассеивающая и кроющая способности данного состава электролита хромирования практически не изменяются.

Для исследования повышения рассеивающей способности в стандартный электролит хромирования были проведены добавки «ЭКОМЕТ-Х37» и «ЭКОМЕТ-Х38». В результате чего, при использовании добавки «ЭКОМЕТ-Х37» выход по току составлял $\eta = 4 \div 16\%$, что по сравнению со стандартным электролитом хромирования ниже на $1-2\%$. Однако при использовании к электролиту хромирования добавки «ЭКОМЕТ-Х38», в которую входили хромовый ангидрит, серная кислота и две комплексообразующие добавки «ЭКОМЕТ-Х38А» и «ЭКОМЕТ-Х38Б», получили хромовые осадки с выходом по току $\eta = 20 \div 23\%$.

В результате исследований некоторые из органических добавок показали положительный результат на процесс получения хромовых осадков [10,11]. В этих исследованиях в качестве органических добавок использовались: галловая кислота $2 \div 3$ г/л, винная кислота $0,5 \div 1,0$ г/л, циануровая кислота $1 \div 3$ г/л и другие органические добавки. В результате исследований было установлено, что с добавлением этих кислот повышалось η и РС.

Концентрированный электролит хромирования имеет низкой РС и следующий состав: $\text{CrO}_3 = 275 \div 300$ г/л; $\text{H}_2\text{SO}_4 = 2,75 \div 3,0$ г/л, он обладает низким выходом хрома по току $\eta = 8 \div 10\%$, при рабочей температуре электролита $t_{эл} = 45 \div 55^\circ\text{C}$ и $D_k = 15 \div 60$ А/дм², однако не устойчив по своему составу [12].

Известно, что разбавленные электролиты имеют высокой РС и обеспечивают хорошую равномерность получения хромовых осадков. Их состав следующий:

$\text{CrO}_3 = 150 \div 175$ г/л и $\text{H}_2\text{SO}_4 = 1,5 \div 75$ г/л. Данные электролиты работают при рабочей температуре электролита $t_{эл} = 45 \div 55^\circ\text{C}$ и $D_k = 15 \div 60$ А/дм². При этом выход по току составляет $\eta = 16 \div 18\%$ [12].

По результатам исследований в работах [12, 13] показано, что добавление таких органических добавок, как кристаллический фиолетовый (КФ) в количестве $1,0 \div 1,5$ г/л и полиметилена- δ -нафталинсульфонат натрия (ПМНС) в количестве $4 \cdot 10^{-4} \div 6 \cdot 10^{-3}$ г/л, влияет на процесс осаждения хромовых осадков, состав электролита следующий: $\text{CrO}_3 = 100 \div 150$ г/л, и $\text{H}_2\text{SO}_4 = 1 \div 1,5$ г/л. Использование этих добавок позволило расширить диапазон допустимых рабочих плотностей тока D_k от 20 до 200 А/дм². В результате выход по току хрома возрос в среднем до $\eta = 20-22\%$. Использование импульсного режима тока, позволило увеличить D_k до 200 А/дм² по сравнению со стационарным режимом хромирования ($D_k = 15 \div 60$ А/дм²). При интервале $D_k = 60-70$ А/дм² выход хрома по току при использовании импульсного тока равен $\eta = 24 \div 25\%$. При этом авторами [12, 13] рекомендуется использовать электролит, имеющий следующий состав: $\text{CrO}_3 = 150$ г/л, $\text{SrSO}_4 = 6$ г/л, КФ $= 1,5$ г/л. Преимущество данного состава электролита заключается в том, что после предварительной обработки в течение часа при $D_k = 25$ А/дм² и при использовании рабочего режима изменения плотности тока $D_k = 40 \div 160$ А/дм² электроосаждение хромового осадка происходит с выходом по току $\eta = 20 \div 28\%$.

Исследование сульфатного электролита показано в работе [14]. Введение постороннего аниона кремнефтористоводородной кислоты повысило выход по току η и улучшило РС. В работах авторов [14-16] данное свойство было учтено, для этого было исследован саморегулирующийся электролит следующего состава: $\text{CrO}_3 = 225 \div 300$ г/л; $\text{SrSO}_4 = 5,5 \div 6,5$ г/л; $\text{K}_2\text{SiF}_6 = 18 \div 20$ г/л. Исследования проводили при рабочей температуре электролита $t_{эл} = 55 \div 65^\circ\text{C}$ и $D_k = 40 \div 70$ А/дм². В результате было получено, что выход хрома по току $\eta = 18\%$ и практически не зависит от изменения D_k и рабочей температуры электролита. Например, при $D_k = 40$ А/дм² выход по току составляет $\eta = 17\%$, а при $D_k = 70$ А/дм² - $\eta = 23\%$. Также было получено, что при увеличении температуры электролита на 10°C выход хрома по току изменится лишь до $\eta = 28\%$.

По работе [16] известны также сульфатно-кремнефторидные электролиты хромирования, которые содержат анионы-катализаторы не в виде труднорастворимых солей, а в виде кислот H_2SO_4 и H_2SiF_6 . При этом улучшение равномерности хромового осадка будет достигаться благодаря уменьшению зависимости выхода металла по току η от высоких значений плотности тока D_k .

В работах авторов Л.Н. Солодковой и В.Н. Кудрявцева [17] приводится фторидно-кремнефторидный саморегулирующийся электролит хромирования следующего состава: $\text{CrO}_3 = 230 \div 250$ г/л, $\text{CaF}_2 = 8 \div 11$ г/л; $\text{K}_2\text{SiF}_6 = 18 \div 20$ г/л. По данным авторов, при рабочей температуре электролита $t_{эл} = 50 \div 70^\circ\text{C}$ и плотности тока $D_k = 30 \div 80$ А/дм² можно получать блестящие поверхности, которые обладают прочным сцеплением стали с осадками хрома, с выходом по току $\eta = 29 \div 30\%$. Однако данные электролиты, которые содержат соли кремнефтористоводородной кислоты, требуют использования в конструкции подвесок, ванн и анодов, конструкционные материалы повышенной коррозионной

стойкости к соединениям, которые образуются с фтором. В результате этого появляются некоторые трудности при использовании фторсодержащих растворов. Поэтому для снижения агрессивности электролитов, которые содержат кремнефториды, необходимо снизить количество ионов фтора в растворе электролита.

Также было установлено положительное влияние кадмия, при использовании которого состав электролита следующий: $\text{CrO}_3=180\div300\text{ г/л}$, $\text{H}_2\text{SO}_4=0,8\div1,1\text{ г/л}$, $\text{Na}_2\text{SiF}_6=4,5\div5,5\text{ г/л}$; бихромат натрия $25\div35\text{ г/л}$; кадмий $13\div17\text{ г/л}$. Травящее воздействие данного электролита в 2,5 раза меньше, чем сульфатно-кремнефторидного электролита (7 мкм/ч против 17 мкм/ч). В исследованиях авторов [18] дана лишь качественная оценка РС приведенного электролита, которая выше, чем у универсального электролита.

В Донецком химико-технологическом институте пошли по такому же пути – уменьшения концентрации кремнефторидов, при котором было использовано при разработке новых неорганических добавок: ДХТИ-10, ДХТИ-11, ДХТИ-хром11, ДХТИ-50 и др. Это позволило сделать электролит саморегулирующимся, который расширил рабочий интервал плотности тока от 3 до 80 А/дм^2 и снизил агрессивность раствора электролита [18]. В исследованиях авторами рассматривалась лишь качественная характеристика РС электролитов хромирования, при котором кроющая способность и РС электролитов с добавками ДХТИ были выше, чем у сульфатных электролитов хромирования [19]. При этом выход по току при применении добавок ДХТИ варьируется $\eta=16,1\div19,1\%$ при $D_k=30\text{ А/дм}^2$ и рабочей температуре электролита $t_{\text{эл}}=45^\circ\text{C}$.

Некоторые авторы, Н.М. Вячеславович, А.М. Плещак [19], предложили состав электролита $\text{CrO}_3=150\text{ г/л}$, который содержит добавки в виде цинка количеством $25\div28\text{ г/л}$ или кадмия количеством до 35 г/л . В электролит добавляли цинк и кадмий с целью получения хромовых покрытий без трещин. При этом рабочая температура электролита $t_{\text{эл}}=50^\circ\text{C}$, а $D_k=30\text{ А/дм}^2$, в результате выход хрома по току в электролитах с добавкой кадмия составит $\eta=18\div28\%$, а с добавкой цинка - $\eta=17\div34\%$.

Авторами В.Ф. Малининым и А.И. Филичевой [20] изучено осаждение осадков хрома из электролита, содержащего: $\text{CrO}_3=60\text{ г/л}$, $\text{K}_2\text{SiF}_6=0,6\text{ г/л}$ и $\text{H}_2\text{SO}_4=0,6\text{ г/л}$, с введением в электролит ионов кадмия в количестве $2\div10\text{ г/л}$ не влияет на выход по току, который составляет $\eta=15\div17\%$ при $D_k=20\div100\text{ А/дм}^2$. Также данными авторами был исследован процесс хромирования из электролитов, которые содержат ионы фторида и различные органические добавки. В качестве органических добавок использовали янтарную кислоту, метиленовый голубой, хлорамин Б, тиокарбамид и карбамид. При концентрации электролита $\text{CrO}_3=250\text{ г/л}$, $\text{HF}=1,6\text{ г/л}$ и без добавок выход по току хрома составило $\eta=11\%$. Однако в присутствии органических добавок η повышается до 30%. При добавлении хлорамина Б, если концентрация добавки составляет 5 г/л и $D_k=6\text{ А/дм}^2$, то $\eta=21\%$; при добавлении метилена голубого при концентрации 1 г/л и $D_k=6\text{ А/дм}^2$, $\eta=20\%$, а при его концентрации 5 г/л и $D_k=10\text{ А/дм}^2$ - $\eta=30\%$. Если ввести в электролит 25 г/л янтарной кислоты, то $\eta=13\%$ при $D_k=6\text{ А/дм}^2$. При добавлении 2 г/л добавки тиокарбамида и карбамида, соответственно, $\eta=16\%$ и $\eta=14\%$ при $D_k=6\text{ А/дм}^2$. Это связано с тем, что данные добавки в электролите будут способствовать формированию плотных мелкозерни-

стых осадков. Данное свойство изменяет не только структурные характеристики покрытия, но и влияет на протяженность границ между зернами, в результате формирования хромового осадка в межкристаллитных границах сорбируются органические вещества, что приводит к охрупчиванию покрытия.

Также в результате исследований [20] было получено, что в состав фторидных электролитов хромирования может входить один из катализирующих анионов – ион фтора в сочетании с ионами сульфата. Так, например, можно использовать электролит следующего состава: $\text{CrO}_3=250\text{ г/л}$, $\text{NH}_4\text{F}=4\text{ г/л}$, $\text{H}_2\text{SO}_4=2,5\text{ г/л}$, который работает при температуре электролита $t_{\text{эл}}=25\div30^\circ\text{C}$ и $D_k=5\div7\text{ А/дм}^2$, при этом $\eta=8\div10\%$. В электролите с составом: $\text{CrO}_3=300\text{ г/л}$, $\text{NH}_4\text{F}=6\text{ г/л}$, $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3=1,5\text{ г/л}$ $\eta=10\div14\%$ при $D_k=8\div10\text{ А/дм}^2$ и рабочей температуре электролита $t_{\text{эл}}=20\div25^\circ\text{C}$. Данный электролит по сравнению с сульфатными обладает лучшей кроющей способностью и РС.

С целью улучшения РС хромового электролита на основе CrO_3 и получения блестящего покрытия и повышения выхода по току η в электролит также вводят: $\text{K}_2\text{SiF}_6=18\text{ г/л}$, $\text{SrSO}_4=2,5\text{ г/л}$ и $\text{HF}=4\text{ г/л}$ [20]. При этом процесс проводят при $D_k=12\div20\text{ А/дм}^2$ и температуре электролита $t_{\text{эл}}=32\div45^\circ\text{C}$, выход по току достигает $\eta=50\%$.

Саморегулирующийся электролит хромирования, содержащий добавку Chrom-SK в количестве 11 г/л , рассматривался в работе [20]. Проводили исследования электролита, который содержал $\text{CrO}_3=100\text{ г/л}$, в результате для увеличения выхода хрома по току η вводили соединения ванадия (V), молибдена (Mo) и вольфрама (W), которые вводили в электролит в составе анионов. При этом соединения Mo и W практически не влияли на выход хрома по току η по сравнению с основным электролитом, но в присутствии соединений V выход по току η во всем исследованном интервале плотностей тока увеличивался в среднем на 6 %.

Также существует запатентованный [20] электролит хромирования, который содержит $\text{CrO}_3=150\div300\text{ г/л}$, $\text{H}_2\text{SO}_4=1,5\div3\text{ г/л}$ и диэтилгексилдитиофосфорную кислоту в количестве $2,3\div2,7\text{ г/л}$, которую использовали в качестве органической добавки. При этом в присутствии её возрастает катодная поляризация, что приводит к увеличению РС, а также к увеличению кроющей способности электролита хромирования.

Для повышения равномерности покрытия хромовых осадков в работе [21] предлагается хромовый электролит, который содержит малорастворимые соли фторидов, сульфатов и (или) кремнефторидов следующего состава: $\text{CrO}_3=230\div250\text{ г/л}$, $\text{SrSO}_4=5,5\div6,5\text{ г/л}$, $\text{CaF}_2=8\div10\text{ г/л}$ или $\text{CrO}_3=230\div250\text{ г/л}$, $\text{K}_2\text{SiF}_6=18\div20\text{ г/л}$, $\text{CaF}_2=8\div10\text{ г/л}$, в результате чего выход по току достигает $\eta=30\%$.

Электролит, который не требует подогрева, является наиболее распространенным, обладающим высокой кроющей способностью и РС, это – тетрахроматный электролит [21] составом: $\text{CrO}_3=350\div400\text{ г/л}$, $\text{H}_2\text{SO}_4=2,5\div2,7\text{ г/л}$, $\text{NaOH}=50\div60\text{ г/л}$, при этом рабочая температура электролита $t_{\text{эл}}=18\div22^\circ\text{C}$ и $D_k=10\div80\text{ А/дм}^2$. Проведение осаждения хрома с низкой рабочей температурой электролита и высокой плотностью тока способствует высокому выходу хрома по току - до $\eta=30\div35\%$.

Также к электролитам тетрахроматного типа относятся электролиты, в которых вместо NaOH используется углекислый кальций CaCO_3 [21], в который рекомендуют в некоторых случаях добавлять 0,5÷10 г/л неорганических добавок – вольфраматов или солей магния. Данные электролиты также обладают относительно высокой РС.

Так, автором С.Ю. Жачкиным [21], был изучен высокоскоростной электролит хромирования, содержащий $\text{CrO}_3=250$ г/л, $\text{H}_2\text{SO}_4=1,5$ г/л и неорганическую добавку Синтаид-5, которая вводится в электролит в виде концентрированного раствора. В результате осаждения хрома при рабочей температуре $t_{\text{эл}}=55^\circ\text{C}$ и $D_{\text{к}}=30\div90$ А/дм² $\eta=40\div45$ %, скорость осаждения хрома составила до 40 мкм/мин. При этом электролит обладает высокой РС и не чувствителен к загрязнениям другими металлами и трёхвалентным хромом (Cr^{3+}).

Для повышения выхода по току η и увеличения РС исследован [22] следующий состав электролита: $\text{CrO}_3=220\div250$ г/л, $\text{H}_2\text{SO}_4=2,2\div2,5$ г/л, азотнокислый свинец в количестве 0,03÷0,1 г/л и органическая добавка сульфокислота или ее натриевая соль в количестве 0,3÷1,0 г/л, при этом хромирование вели при рабочей температуре электролита $t_{\text{эл}}=18\div25^\circ\text{C}$ и $D_{\text{к}}=3\div6$ А/дм². В результате было замечено, что улучшение технологических характеристик электролита хромирования достигается за счет введения в его раствор органической добавки сульфокислоты или ее натриевой соли вместе с азотнокислым свинцом. Была предпринята попытка получить электролит, при котором хром содержится в виде комплексного иона, где основным компонентом служат хромокалиевые квасцы. В качестве лигандов использовали серосодержащие соли аммония и натрия и при повышении содержания ионов аммония в электролите хромирования средний выход по току хрома η снижался.

При поисках улучшения качества осадков и увеличения производительности осаждения хрома изучалось влияние катодной плотности тока $D_{\text{к}}$, а также состава электролита на выход по току хрома η . А результате осаждения хромовых покрытий из электролита Chromispe1-1, который содержал $\text{CrO}_3=100\div1000$ г/л и иодоводородную кислоту (HI), при этом отношение $\text{CrO}_3:\text{HI}$ было от 10:1 до 35:1. В результате электролит работает при комнатной температуре ($18\div25^\circ\text{C}$) и высоких катодных плотностях тока $D_{\text{к}}$ до 300 А/дм². При этом выход по току хрома $D_{\text{к}}$ был в 2÷4 раза выше, чем в стандартных электролитах хромирования [23].

Также для электрохимического нанесения коррозионностойких, блестящих или твердых износостойких хромовых покрытий в работе [23] использовался следующий состав электролита: $\text{CrO}_3=225\div247,5$ г/л, сульфат-ионы $\text{SO}_4^{2-}=2,48$ г/л, при котором промышленное применение получили электролиты хромирования с фторидными и смешанными фторидно-сульфатными ионами $\text{F}_2\text{SO}_4^{2-}$, в результате чего стало возможным увеличить выход по току с $\eta=7\div15$ % до $\eta=20\div23$ %.

С целью повышения РС в работе [23] был предложен электролит хромирования, который содержит сульфат и окись лантана при следующем составе электролита: $\text{CrO}_3=300\div400$ г/л, $\text{Sr}(\text{Sa})_3=5\div6$ г/л, $\text{Sr}(\text{CO})_3=0,4\div0,6$ г/л, $\text{CaSiF}_6=0,5\div0,7$ г/л, $\text{BaSiF}_6=1\div2$ г/л, сульфат лантана в количестве 1÷2 г/л, окись лантана в количестве 2÷3 г/л, при котором осуществление процесса происходит при

$D_{\text{к}}=1\div22$ А/дм² и рабочей температуре электролита $t_{\text{эл}}=45\div50^\circ\text{C}$.

Для увеличения РС также можно использовать электролит, в который входит: $\text{CrO}_3=250\div400$ г/л, $\text{Sr}(\text{SO}_4)_3=3\div5$ г/л, фторид лантана в количестве 0,5÷2 г/л и бензамида в количестве 1÷5 г/л. В результате чего предлагаемый электролит будет обладать более высокой РС и кроющей способностью электролита без снижения выхода по току η . Электролиз осуществляют при рабочей температуре электролита $t_{\text{эл}}=45\div50^\circ\text{C}$ и $D_{\text{к}}=10\div50$ А/дм².

В работе авторов [24] предложен электролит хромирования, состоящий из добавок хлористого стронция, который обладает более высокой кроющей и РС, в результате чего возможно использовать его для хромирования таких деталей, как длинномерные штоки и цилиндры, а также для деталей сложной конфигурации и пресс-форм. Состав хромового электролита следующий: г/л $\text{CrO}_3=70\div100$ г/л, $\text{H}_2\text{SO}_4=0,7\div1,0$ г/л, краситель индиго в количестве 0,1÷1,0 г/л, а также хлористый стронций в количестве 30÷70 г/л, который имеет более высокий выход хрома по току η .

Результаты исследований и их обсуждение

При проведенных исследованиях авторами статьи [25] был получен холодный саморегулирующийся электролит с добавкой БПФК-19. В результате исследований получили возможность расширить диапазон рабочих температур электролиза, при этом его состав следующий, г/л: $\text{CrO}_3=400\div420$, $\text{CaCO}_3=67\div75$, $\text{CoSO}_4\cdot7\text{H}_2\text{O}=15\div20$ и БПФК-19=0,25.

Для снижения влияния температуры на производительность и качество хромовых осадков был исследован ещё один состав высокопроизводительного хромового электролита, г/л: $\text{CrO}_3=420\div450$; $\text{CaCO}_3=50\div60$, $\text{NiSO}_4\cdot7\text{H}_2\text{O}=15\div20$ и БПФК-19=0,45÷0,65 и рабочей температуры электролита в диапазоне $20\div35^\circ\text{C}$. В результате чего было предложено заменить неорганическую, более дорогую, добавку $\text{CoSO}_4\cdot7\text{H}_2\text{O}$ на менее дорогую $\text{NiSO}_4\cdot7\text{H}_2\text{O}$, что позволило в сочетании с добавкой БПФК-19 не только сэкономить средства при хромировании, но и улучшить свойства покрытий. У хромовых осадков улучшилась сцепляемость с основной детали и увеличилась микротвёрдость.

Экспериментальные данные подтвердили теоретическую предпосылку возможности значительного повышения скорости осаждения хрома в исследуемом электролите путем повышения концентрации основного компонента – CrO_3 .

Из рисунка 1 видно, что с увеличением катодной плотности тока, исследуемые параметры процесса хромирования возрастают. Выход хрома по току достигает максимального значения $\eta=35$ % при $D_{\text{к}}=120\div140$ А/дм². Скорость осаждения хрома составляет 0,15÷0,25 мм/ч, а микротвёрдость осадков – 1000÷1100 кг/мм².

Полученные результаты позволяют определить интервал рабочих $D_{\text{к}}=90\div140$ А/дм², в котором выход металла η достигает 35 %. Хромирование при этих режимах $D_{\text{к}}$ можно вести со скоростью осаждения металла от 150 до 250 мкм/ч. Микротвёрдость хромовых осадков находится в пределах 950÷1100 кг/мм². Периодически проводимые анализы электролита на содержание ионов показали, что принцип саморегулирования их количественного отношения к CrO_3 сохраняется.

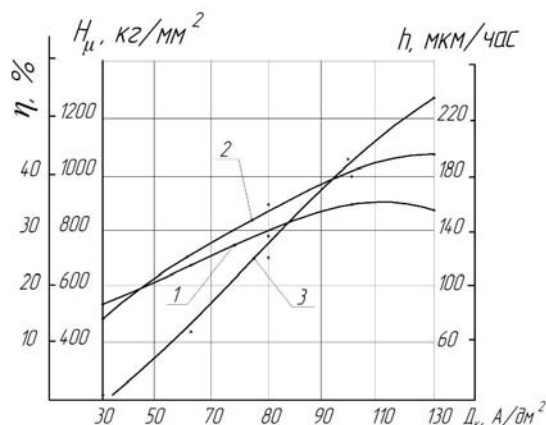


Рис.1. Влияние катодной плотности тока на выход хрома по току из электролита с добавкой сульфата никеля (кривая 1), микротвердость осадков (кривая 2) и скорость осаждения хрома (кривая 3)

Погрешность измерений выхода хрома по току и микротвердости покрытий составляет для коэффициента надежности 0,9 и 0,95. Так, для средней величины измерений выхода хрома по току - 35 %, а среднего значения микротвердости осадков - $1020 \text{ кг/мм}^2 \pm 42 \text{ кг/мм}^2$.

Специфические свойства электролита хромирования, содержащего кроме ионов никеля еще одну неорганическую добавку - БПФК-19, позволяют получать качественные покрытия толщиной до 0,5 мм.

Рассматривались микрошлифы при 600-кратном увеличении хромовых покрытий, полученных при электролизе постоянным током из электролита хромирования, содержащего ионы Co^{2+} , при плотности тока ($D_k, \text{А/дм}^2$) и толщине осадки ($\delta, \text{мкм}$): а) $D_k=75, \delta=140$; б) $D_k=100, \delta=200$; в) $D_k=125, \delta=250$; г) $D_k=150, \delta=250$.

Металлографическими исследованиями было установлено, что осадкам хрома, полученным предлагаемым способом в диапазоне $D_k=75 \div 150 \text{ А/дм}^2$, присуща трещиноватость. Трещины, наблюдаемые по всему поперечному сечению покрытия, - микроскопические, ориентированные в большинстве случаев в радиальном направлении. Глубина дефектов (за редким исключением) составляет $5 \div 20 \text{ мкм}$. Только у подложки трещины либо отсутствуют, либо их количество по всему периметру незначительное. Они проявляются с увеличением толщины осадка, затем перекрываются новыми слоями хрома, но неизбежно появляются в других местах. При катодной плотности тока до $D_k=60 \text{ А/дм}^2$ трещины не обнаруживаются.

Отличительной особенностью осадков является стабильность микротвердости по толщине покрытия. Это позволяет предположить, что механические свойства хрома по толщине также не меняются. С увеличением плотности тока толщина качественного слоя осадка снижается. По краям образцов появляется питтинг, диндриты, губчатого и порошкообразного типа (при $D_k > 150 \text{ А/дм}^2$), затем он распространяется по всей поверхности образца.

Выводы

Проведенный анализ состояния покрытий по электролитическому хромированию показал, что во всем мире ведется поиск мер по повышению производительности хромовых гальванических ванн и улучшению хромовых осадков.

При выполнении анализа существующих электролитов хромирования можно сделать выводы, что несмотря на наличие большого количества проводимых исследований за последние 50 лет, должного результата по осаждению качественных и высокопроизводительных осадков не достигнуто. Внедрение в производство усложняется большими требованиями по организации гальванического процесса, также имеются проблемы по экологической безопасности и вредности производства. Кроме того, возникают проблемы в сложности необходимого использования оборудования и дороговизны химикатов.

Для решения данных проблем проведены исследования оптимального состава электролита, который будет обладать высокой производительностью, будут осаждаться качественные покрытия, использоваться недорогие химикаты и небольшие энергозатраты. В результате этого разработан холодный саморегулирующийся электролит износостойкого хромирования следующего состава: $\text{CrO}_3=420 \div 450$; $\text{CaCO}_3=50 \div 60$, $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}=15 \div 20$ и БПФК-19= $0,45 \div 0,65$, при режиме электролиза $D_k=75 \div 150 \text{ А/дм}^2$, $t_{\text{эл}}=20 \div 35^\circ\text{C}$ В этих условиях будут получаться хромовые осадки с микротвердостью до 1200 кг/мм^2 .

В результате полученных данных в НИЛ «Реновация машин и оборудования» сделан вывод о целесообразности продолжения работ по исследованию состава саморегулирующегося холодного электролита хромирования с учетом действия добавок поверхностно-активных веществ органического и неорганического происхождения и режимов процесса, а также необходимости изучения и исследования полученных хромовых осадков и внедрения оптимального состава в производство.

Литература

1. Кудрявцев В. Н., Электролитическое хромирование: приложение к журналу «Гальванотехника и обработка поверхности»/ В.Н. Кудрявцев, Л.Н. Солодкова - М.: Глобус, 2007. - 193 с.
2. Молчанов В.Ф. Хромирование в саморегулирующихся электролитах/ В.Ф. Молчанов – Киев: Техніка. 1972 – 155 с.
3. Шлугер М.А. Влияние микродефектов на особенности формирования хромового покрытия / М.А. Шлугер, И.А. Климушкина, Л.Д. Ток // Гальванотехника и обработка поверхности. - 2000. - Т.8 - №.1 - С. 29-31.
4. Андреев А.В. Физико-химические свойства хромовых покрытий, полученных из электролита хромирования с тиофосфоорганической добавкой / А.В. Андреев, В.В. Москвичева, В.Т. Фомичев // Вестник Волгогр. гос. архит- строит, ун-та: Сер. Естеств. науки. - 2006. - Вып. 5(18). - С. 127- 129.
5. Ващенко С. В. Электроосаждение хрома с повышенным выходом по току из хромовокислых электролитов с органической добавкой / С.В. Ващенко, Л.Н. Солодкова, З.А. Соловьев // Гальванотехника и обработка поверхности. - 1993. - Т.2 - №4 - С. 15-18
6. Ващенко С. В. Влияние добавки «СК» на электроосаждение хрома при разных температурах/ С.В. Ващенко, Л.Н. Солодкова, З.А. Соловьева и др. // Гальванотехника и обработка поверхности. - 1997. - Т.5 - № 3 - С. 16-21.

7. Солодкова Л.Н. Катодный процесс при осаждении хрома из хромовокислых электролитов с органической добавкой / Л.Н. Солодкова, С.В. Ващенко, З.А. Соловьева // *Электрохимия*. - 1994. - Т.30. - № 7 - С. 950-952.
8. Шульгин В.Г. Особенности определения рассеивающей способности электролитов хромирования / В.Г. Шульгин // *Журн. Прикл. химии*. -1990. -Т.63.- № 10 - С. 2214- 2221.
9. Цынцару Н.И. Рассеивающая способность стандартного электролита хромирования при обработке постоянным и импульсным токами/ Н.И. Цынцару, И.В. Яковец, О.Ю. Келоглу и др. // *Электронная обработка материалов*. - 2005. - №1. - С.17-22.
10. Ток Л.Д. Технология осаждения износостойких и защитно-декоративных хромовых покрытий/ Л.Д. Ток, Е.С. Крутикова, И.Г. Хомченко // *Гальванотехника, обработка поверхности и экология в 21 веке/ Ежегодная Всерос. н.-практич. конф. и выставка*. - 2003 - С. 129-130.
11. Павлов М.Р. Улучшение распределения электроосаждения хрома на поверхности сложнопрофилированных деталей./ М.Р. Павлов, П.А. Татарников, Л.Н. Солодкова // *Покрытия и обработка поверхности/Тез. докл. 2-ой междуна. конф.* - М.: РХТУ, 2005. -С. 71.
12. Горшунова В.П. Хромовые покрытия из малоконцентрированных электролитов хромирования/ В.П. Горшунова, Б.А. Спиридонов //1 международная научная конференция «Современные методы в теоретической и экспериментальной электрохимии»/ – г. Плес, Ивановская область, 2008.– Тез. докл.– С. 108.
13. Горшунова В.П. Хромовые покрытия из малоконцентрированных электролитов хромирования/ Горшунова В.П., Спиридонов Б.А. //1 международная научная конференция «Современные методы в теоретической и экспериментальной электрохимии». – Плес, Ивановская область, 2008. Тез. докл. С. 108.
14. Демин А.А. Малотоксичный электролит хромирования «ДТХИ-трихром»/ А.А. Демин, Е.Р. Попов, И.А. Болотина // *Технологический прогресс и вопросы экологии в гальванотехнике*. / Тез. докладов. – Пенза, 1990. - С. 11-12.
15. Попов Е.Р. Электролит хромирования с универсальной саморегулирующейся добавкой «ДХТИ-хром-12»/ Е.Р. Попов, И.А. Ткаченко // *Гальванотехника и обработка поверхности*. - 1993. - Т.2 - № 10 - С. 39-41.
16. Савочкина, И.Е. Электроосаждение хрома из низкотемпературных электролитов/ И.Е. Савочкина, А.В. Фролова, Г.В. Халдеев // *Гальванотехника и обработка поверхности*. - 1994. - Т.3 - № 5-6 - С. 38-40.
17. Солодкова Л.Н. Электролитическое хромирование/ Л.Н. Солодкова, В.Н. Кудрявцев// под ред. проф. В.Н. Кудрявцева. - М.: Глобус, 2007-193с.
18. Кругликов С.С. Роль факторов макро- и микрораспределения при электроосаждении хрома и его сплавов из электролитов на основе хромовой кислоты. Распределение металла на профилях различной формы и масштаба/ С.С. Кругликов, Е.С. Крутикова // *Электрохимия*. - 1999. - Т.35. - № 4 - С. 445-449.
19. Шлугер М.А. Электроосаждение хрома из низкоконцентрированного саморегулирующегося электролита в присутствии соединений V, Mo / М.А. Шлугер, А.Н. Кабина // *Гальванотехника и обработка поверхности*. - 1994. - Т.3 - № 4 - С. 11-15.
20. Distelrath A. Investigation of structured electrodeposition of hard chromium coatings / A. Distelrath, C. Jakob // *Information technology and electrical engineering - devices and systems, materials and technologies for the future*. - Ilmenau: - 2009. - 379 p.
21. Котомчин А.Н. Использование электролитов хромирования для восстановления и упрочнения деталей машин/Котомчин А.Н., Корнейчук Н.И.// *Современное строительство и архитектура: Энергосберегающие технологии, «Ремонт, восстановление, реновация»*. – Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции. – Башкирский ГАУ. – Уфа, 2015.- С. 130-137.
22. Distelrath-Lubeck A. Untersuchung des Einflusses von Methansulfonsäure auf die Chromabscheidung aus Chromsäure-elektrolyten / A. Distelrath-Lubeck // *Galvanotechnik*. - 2011. - №102. - Pp. 2647-2657.
23. Dubpernell G. Eigenschaften von Chromueberzügen aus Chromis-pel-l-Electrolyten / G. Dubpernell, D. Kenney // *Galvanotechnik*. - 2002. - Bd. 93. -№ 6. - Pp. 1466-1469.
24. Bolch T. Innovative Oberflächenstrukturen durch elektrochemische Beschichtungsverfahren / T. Bolch, R. Linde // *Galvanotechnik*. - 2005. - №103. -Pp. 2095-2100.
25. Котомчин А.Н. Усовершенствование холодного саморегулирующегося электролита хромирования при упрочнении и восстановлении деталей машин / А.Н. Котомчин, А.Ф. Синельников // *Журнал «Мир транспорта и технологических машин»*. Орёл: ОГУ. - 2019. – С. 17-24.

Сведения об авторах

Котомчин Алексей Николаевич, аспирант Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ),

125319, Россия, Москва, Ленинградский проспект, 64, МАДИ

Ст. научный сотрудник НИЛ «Реновация машин и оборудования»,

Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко

3300, Молдавия, Приднестровье, г. Тирасполь, ул. 25 Октября, 128, ПГУ

Тел. моб. +(373) 777 95-485

E-mail: aleshka81@list.ru.

Синельников Анатолий Федорович, кандидат техн. наук, доцент, Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ),

125319, Россия, Москва, Ленинградский проспект, 64.

Тел. моб. +(7)-910-408-12-17

E-mail: sinelnikov46@inbox.ru.

Корнейчук Николай Иванович, кандидат техн. наук, профессор, Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко,

3300, Молдавия, Приднестровье, г. Тирасполь, ул. 25 Октября, 128, ПГУ

Тел. моб. +(373) 682 24-124

E-mail: n.corneiciuc@uasm.md.

**КАЧЕСТВЕННЫЙ АСПЕКТ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПЕРЕВОЗОК ПассажиРОВ
ЛЕГКОВЫМИ ТАКСИ В ГОРОДАХ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ**

Кандидат техн. наук, доцент **Кравченко А.Е.**
(Кубанский государственный технологический университет)

**THE QUALITATIVE ASPECT OF IMPROVING THE TRANSPORT
OF PASSENGERS BY AUTOMOBILE TAXI IN THE CITIES, MUNICIPALITIES**

Ph. D. (Tech.), Associate Professor **Kravchenko A.E.**
(Kuban State Technological University)

Перевозка, пассажир, легковое такси, регламент, совершенствование, качество, транспортное обслуживание, муниципальное образование.

Transportation, passengers, passenger taxi, regulations, improvement, quality, transport services, municipality.

Выявлены недостатки действующего Федерального закона № 69 «О такси» при функционировании перевозок легковыми такси без разрешенной на вид деятельности. Отражен процесс выдачи разрешений на существование перевозок пассажиров в городах муниципальных образований. Приведен комплекс рекомендаций, обеспечивающих эффективную эксплуатацию легковых такси с учетом снижения «теневого» бизнеса частных перевозчиков. Предложен алгоритм комплексной оценки качества транспортного обслуживания населения легковыми такси в городах муниципальных образований.

The shortcomings of the current Federal law No. 69 "on taxis" in the operation of passenger taxi transportation in an illegal mode are revealed. The process of issuing permits for the existence of passenger transport in the cities of municipalities is reflected. A set of recommendations is given to ensure efficient operation of passenger taxis, taking into account the decline in the "shadow" business of private carriers. The algorithm of complex estimation of quality of transport service of the population by passenger taxis in the cities of municipalities is offered.

Введение

Перевозка пассажиров легковыми такси (ЛТ) в городах муниципальных образований (МО) является одним из самостоятельных видов профессиональной деятельности хозяйствующих субъектов автотранспортного бизнеса, направленного на качественное удовлетворение потребностей населения в автотранспортных услугах при одновременном повышении эффективности использования подвижного состава.

В настоящее время прослеживается низкий удельный вес перевозок пассажиров ЛТ в городах МО (3-7 %), что объясняется не столько уровнем спроса населения на такой вид автотранспортных услуг, сколько недостаточным его удовлетворением из-за несовершенной системы управления качеством автотранспортных услуг. Таким образом, совершенствование перевозок пассажиров ЛТ представляется комплексной проблемой, решение которой связано не только с достижением высоких технико-экономических показателей деятельности хозяйствующих субъектов, но и с качественным аспектом удовлетворенности населения в автотранспортных услугах легковыми такси.

**Анализ Федерального Закона № 69 «О такси»:
организационно-управленческий аспект**

Анализ Федерального Закона № 69 «О такси» показал, что одним из важнейших направлений, обеспечивающим повышение эффективности функционирования ЛТ в городах МО, является борьба с нелегальными перевозчиками. Поэтому организа-

ционно-управленческие решения включают следующие действия:

- на первое место выдвигается порядок выдачи разрешений на вид деятельности;
- на второе – регистрация перевозчиков с целью оптимизации налогообложения индивидуальных предпринимателей;
- на третье – обеспечение безопасной перевозки пассажиров;
- на четвертое – использование передовых форм страхования исполнителей автотранспортных услуг ЛТ;
- на пятое – разработка общих требований к ЛТ и перевозчикам;
- на шестое – разработка мер административной и уголовной ответственности за совершенные правонарушения на улично-дорожной сети (УДС) городов МО.

Положительный аспект Федерального закона №69 проявляется в регламентации сферы деятельности перевозчиков путем предварительного приёма заявлений и выдачи специальных разрешений. Если отсутствуют такие разрешения, то перевозки ЛТ запрещаются. Контроль в этом случае должен осуществляться уполномоченными государственными органами с применением соответствующих санкций к перевозчикам, особенно работающим в нелегальном режиме.

Процесс получения разрешений происходит по следующей процедуре:

- подается заявление лично или посредством интернета через порталы государственных услуг;
- формируется электронная очередь;

- заявителю назначается время для подачи документов в бумажном виде;
- изготавливаются именные разрешения;
- выдается разрешение заявителю в течение 3-х дней после подачи заявления.

Совершенствование Федерального закона №69 может осуществляться в обсуждаемом порядке (на примере Краснодарского края) по следующим направлениям:

1. Плата за получение разрешений должна осуществляться на основании обсуждения с региональными союзами и ассоциациями перевозчиков и направляться только на инфраструктурное развитие услуг ЛТ (создание благоустроенных стоянок, установка специальных таксомоторных терминалов и др.). Рекомендуется к таким разрешениям выдавать документ, позволяющий перевозчикам иметь допуск на стоянки ЛТ при аэропортах, морских вокзалах, железнодорожных и автомобильных вокзалах, гостиницах, торговых центрах и в других парковочных местах. Дополнительно рекомендуется легальным перевозчикам на такси, оборудованном навигационной системой и имеющем отличительный цвет, предоставлять право пользования выделенными полосами для пассажирского транспорта общего пользования. Установленная на ЛТ навигационная система, с использованием сервисных приложений, позволит обеспечивать: постоянную связь с диспетчерским центром (ДЦ); автоматическое получение и распределение заказов; подтверждение приема заказов со стороны водителя; распределение заказов с учетом местоположения такси и его статуса (свободен или занят); полноценный контроль работы водителей; контроль переговоров по рации или мобильному телефону во время поездки; соблюдение безопасных режимов движения на УДС городов МО; защиту транспортного средства в случае угона; своевременное извещение о дорожно-транспортном происшествии и др.

2. Спорным остается вопрос запрета для осуществления перевозок пассажиров на арендованных автомобилях, отвечающих всем необходимым техническим, экологическим и эстетическим требованиям. Хотя мониторинг работы ЛТ в городах Краснодарского края показывает, что более 50% от общего их количества используют именно арендованные автомобили.

Такое состояние вопроса связано, в том числе, и со слабо развитой системой льготного кредитования и лизинга (с использованием механизма ускоренной амортизации), а также отсутствием квотирования количества ЛТ на территории края.

3. Создание цивилизованного рынка пассажирских перевозок ЛТ и его регулирование должно осуществляться с привлечением общественных организаций в лице краевых отраслевых союзов и ассоциаций. В Краснодарском крае такая организация - «Ассоциация грузовых и пассажирских перевозчиков Краснодарского края». Этой ассоциации можно также передать полномочия по реализации государственных задач в вопросах мониторинга безопасного и качественного обслуживания населения, выдачи разрешений и определения квотирования ЛТ в регионе. Такая практика существует в других странах, а в РФ имеет место только при выдаче разрешения на международные перевозки (Постановление Правительства РФ от 16.02.2008г. №89 и Приказ Минтранса РФ от 14.08.2003г. №178, п.2).

4. При внесении изменений в Федеральный закон № 69 необходимо также учесть, что большая доля перевозок пассажиров осуществляется физическими лицами, имеющими собственные автомобили и работающими через информационные диспетчерские центры (например, яндекс-такси) без заключения соответствующего договора. Таких перевозчиков относят к «теневому» транспортному бизнесу, так как они не приобрели патент на вид деятельности или не зарегистрированы как индивидуальные предприниматели. Эти граждане имеют другое постоянное место работы, а на такси работают по 2-3 часа в сутки, в выходные и праздничные дни и во время отпуска. Они не гарантируют надлежащей уплаты налогов в бюджет края, а также не могут обеспечивать заявленный уровень качества и безопасности транспортных услуг населению. В таком случае перевозчикам необходимо приобрести временные патенты на вид деятельности. В стоимость патента следует включить все страховые выплаты. Опыт показывает, что такой патент может приобретаться на 1,3,6 и др. количество месяцев в году с оплатой пропорционально стоимости годового патента, с некоторым коэффициентом увеличения.

5. Требуется своего внимания и вопрос, какие именно уполномоченные органы будут осуществлять систематический контроль предпринимательской деятельности хозяйствующих субъектов, осуществляющих перевозку пассажиров и багажа ЛТ.

6. В законе не прописан административный регламент организации перевозок ЛТ и выдачи разрешений на вид деятельности, которые должны учитываться в конкретном регионе РФ со своей спецификой потребительского рынка автотранспортных услуг.

7. Федеральный закон № 69, хотя и затрагивает вопрос необходимости размещения стоянок такси в городах МО, не учитывает специфику зонирования территорий и объемов потребительского спроса.

8. Необходимо обратить внимание и на дифференциацию тарифов за проезд с учетом уровня качества транспортных услуг и классности транспортных средств, а также выработать необходимые меры по допуску перевозчиков на такое транспортное обслуживание с учетом дневных и ночных часов их работы в городах МО.

9. В законе также не нашел отражение вопрос гармоничного развития сферы услуг ЛТ с соответствующей сервисной инфраструктурой на условиях взаимных и сбалансированных интересов перевозчиков и государства. Решение такой задачи в современных рыночных условиях возможно за счет развития механизма государственно-частного партнерства и заключения концессионных соглашений с частным оператором на управление сервисной инфраструктурой сферы услуг ЛТ. На первом этапе финансирование развития сервисной инфраструктуры сферы услуг ЛТ может быть обеспечено из регионального и муниципального бюджетов. Далее - сферу услуг будет обеспечивать гармоничное развитие конкуренции в этом виде деятельности. Также способствовать привлечению и окупаемости инвестиций в транспортный бизнес в городах МО возможно с обоснованным обеспечением платного доступа к её эксплуатации.

Вышесказанное определяет дальнейшие ключевые направления развития перевозок пассажиров ЛТ в городах МО.

Повышение качества перевозок пассажиров легковыми такси в городах муниципальных образований: теоретический аспект

Перевозка пассажиров в городах МО ЛТ играет стратегическую роль и имеет конкурентные преимущества в общей городской пассажирской транспортной системе, которые характеризуются следующим [1]: перевозка пассажиров осуществляется по предварительным и срочным заказам «от двери до двери» и времени «24/7» с повышенным уровнем комфорта по отношению к регулярному транспорту общего пользования; перевозка пассажиров может осуществляться в места, где не функционирует или временно ограничено движение регулярного транспорта; в отличие от регулярного транспорта, работающего по определенному маршруту, функционирование ЛТ носит заказной (нерегулярный) характер, поэтому потребительский спрос не остается постоянным и изменяется в пространстве и времени по определенным закономерностям. Для своевременного и полного удовлетворения потребительского спроса на услуги ЛТ должно быть обеспечено его систематическое изучение и произведен соответствующий анализ.

Основной причиной использования населением городского МО ЛТ является его мобильность, которая обеспечивает минимальные затраты времени пассажиров на передвижения от исходного пункта до конечного с персональными условиями комфорта, в отличие от транспорта регулярного сообщения.

В целом, к перевозкам пассажиров ЛТ необходимо предъявлять следующие требования, касающиеся цивилизованного транспортного обслуживания населения [2]:

- тип кузова ЛТ должен быть универсальным, обеспечивающим перевозку группы пассажиров и их габаритный багаж. При организации транспортного обслуживания ЛТ людей с ограниченными физическими возможностями, подвижной состав должен соответствовать всем необходимым требованиям по обеспечению безопасности перевозочного процесса;

- ЛТ, предназначенное для оказания транспортных услуг населению, должно иметь отличительные визуальные знаки, соответствовать актуальным требованиям законодательства в области экологических стандартов Евро, быть технически исправным, оснащенным таксометром для учета дальности поездки и определения ее стоимости, электронным тахографом, отслеживающим режим труда и отдыха водителя, пробег автомобиля и скорость движения за смену;

- водительский состав должен иметь реальный практический стаж не менее 3 лет с аттестацией профессиональной пригодности, иметь соответствующее разрешение на вид перевозочной деятельности, использовать специальные сервисные приложения для приема, обработки и перераспределения заказов в режиме реального времени, а также соблюдать требования, предъявленные к рабочей экипировке;

- в ЛТ должна быть предусмотрена возможность перевозки разновозрастных детей со специальными детскими креслами и удерживающими устройствами;

- ЛТ должно быть оснащено кондиционером (климат-контролем) для обеспечения соответствующего комфорта для пассажира, особенно в летний период, при этом у водителя должна быть возможность подзарядки сотовых телефонов пассажиров.

ЛТ, хотя и обладает персональным сервисом и более

высокими технико-эксплуатационными характеристиками, но нуждается в систематической и комплексной оценке качества своей работы, что позволяет своевременно вырабатывать и внедрять комплекс мер по развитию данного сегмента транспортного бизнеса в городах МО.

Оценку качества обслуживания населения городского МО ЛТ предлагается, по рекомендации автора, осуществлять с использованием разработанного критерия качества ($K^T_{\text{кач}}$), определение которого базируется на соответствующей алгоритмической процедуре (рисунок 1) [3-6].

Реализация алгоритма обеспечивает комплексный подход к оценке качества обслуживания населения ЛТ в городах МО и позволяет определять достигнутый уровень качества транспортных услуг: образцовый ($K^T_{\text{кач}} > 0,9$), хороший ($K^T_{\text{кач}} = 0,85-0,9$), удовлетворительный ($K^T_{\text{кач}} = 0,8-0,84$), неудовлетворительному ($K^T_{\text{кач}} < 0,8$).

В алгоритме приняты следующие обозначения:

$A^T_{\text{э}}$ – количество работающих ЛТ, ед. (отчетные данные); $A^T_{\text{общ}}$ – общее количество ЛТ, используемого для обслуживания населения, ед. (отчетные данные); α_v – коэффициент выпуска ЛТ (отчетные данные); $L_{\text{пл}}$ – платный пробег ЛТ, км (отчетные данные); Π – количество посадок в ЛТ (отчетные данные); $F_{\text{мо}}$ – площадь освоенной территории городского МО, кв. км (генплан); $V^{\text{ПДД}}_{\text{р.ср}}$ – средняя скорость ТС, допустимая ПДД в конкретном городском МО, км/ч; $l_{\text{ср}}$ – расчетная средняя дальность поездки пассажира, пользующегося услугами ЛТ км.; K_n – расчетный коэффициент неудовлетворенного потребительского спроса; Q_v – фактически выполненный удовлетворенный потребительский спрос населения городского МО на услуги ЛТ: на стоянке, в пути следования, по заказам, пасс. (данные обследования); Q_n – неудовлетворенный (предъявленный и не предъявленный) потребительский спрос, пасс. (данные обследования).

Предъявленный спрос при неудовлетворенном обслуживании населения выявляется при регистрации предъявленных, но до конца не выполненных авто-транспортных услуг. Непредъявленный спрос – это спрос по какой-либо причине, не предъявленный населению ввиду неприемлемых для него факторов. Этими факторами могут быть, например: повышенные затраты времени на ожидание легковых такси, несовершенство методов управления эксплуатационной работой легковых такси, низким выпуском парка легковых такси в часы «пик» – наибольшего спроса, недостаточным количеством стоянок и нерациональным их размещением на территории муниципального образования и др.

Ключевым показателем необходимой потребности жителей городов МО в перемещении является транспортная подвижность. По необходимой транспортной подвижности жителей городов МО определяется объем перевозок пассажиров и потребное количество ЛТ для полного и своевременного освоения заявленного потребительского спроса. Подвижность населения с использованием ЛТ формируется под влиянием многочисленных факторов (социально-культурный, тариф за проезд, материальное благосостояние населения, градостроительные территориальные решения, климатические условия, численность населения и его возрастной состав, развитие других видов транспорта и др.).

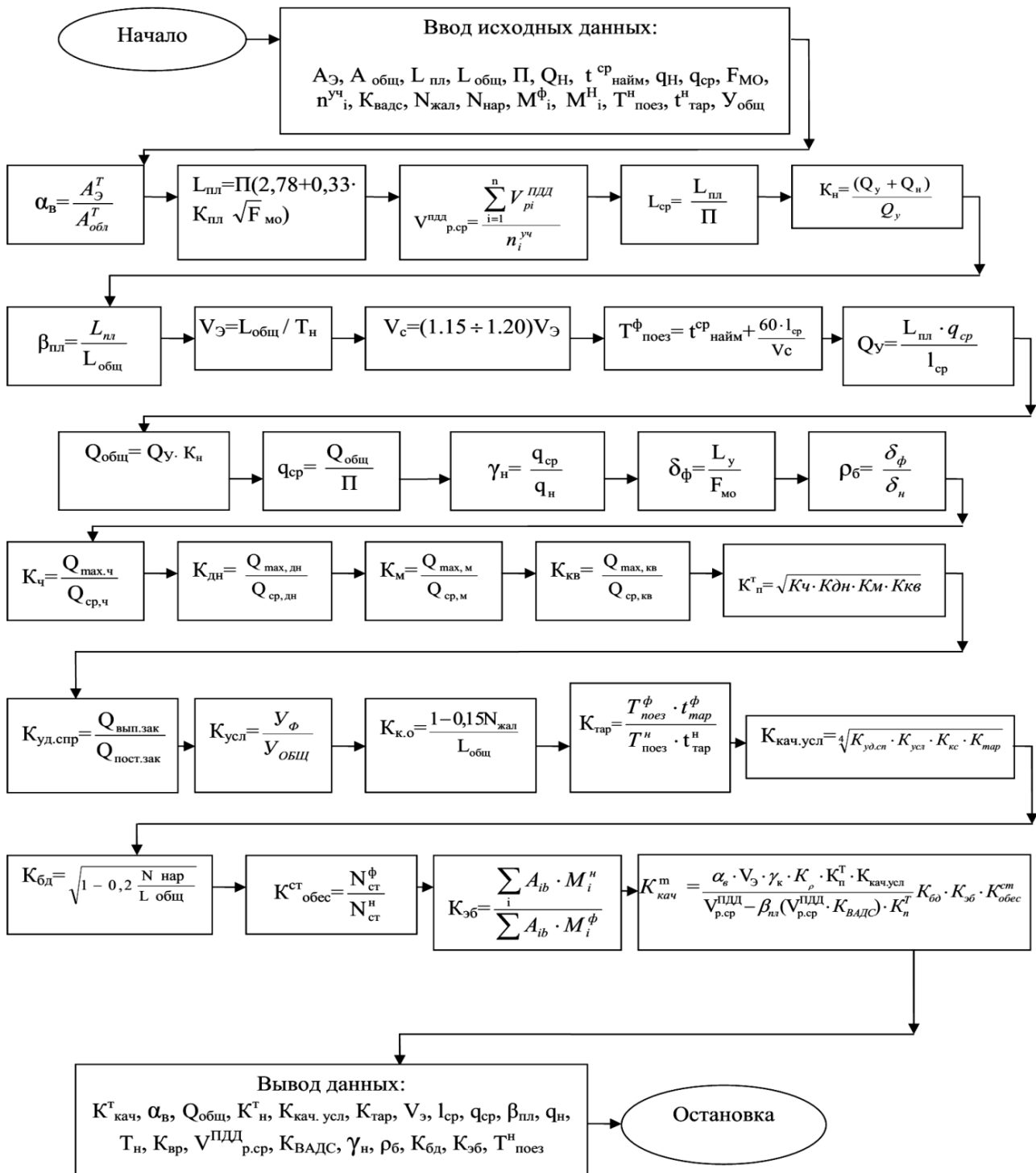


Рис. 1. Алгоритм для определения комплексного критерия качества транспортного обслуживания населения легковыми такси в городах муниципальных образований

Определение потребительского спроса и необходимого количества ЛТ для его своевременного удовлетворения следует производить отдельно для каждого городского МО, в том числе, $\beta_{пл}$ – расчетный коэффициент платного пробега ЛТ; $L_{общ}$ – общий пробег ЛТ за смену, км (отчетные данные); $V_{э}$ – эксплуатационная скорость ЛТ, км/ч (расчетная); $V_{с}$ – скорость сообщения ЛТ, км/ч (расчетная); $t^{сп}$ – среднее время найма ЛТ, мин (данные обследования); $q_{сп}$ – среднее наполнение ЛТ, пасс. (данные обследования); $Q_{общ}$ – общий объем перевозок пассажиров ЛТ, пасс. (рассчитывается); $\gamma_{к}$ – коэффициент комфортабельности; $\delta_{ф}$ – фактическая плотность транспортной сети городского МО, км/кв.км (ста-

тистические данные); $L_{у}$ – протяженность УДС городского МО, км (статистические данные); $\delta_{н}$ – нормативная плотность транспортной сети городского МО, км/кв.км; $\rho_{б}$ – относительный показатель плотности транспортной сети (рассчитывается); $K_{тар}$ – коэффициент значимости стоимости поездки; $K_{ч}$, $K_{дн}$, $K_{м}$, $K_{кв}$ – соответственно расчетные коэффициенты, характеризующие степень неравномерности перевозок пассажиров по часам суток, дням недели, месяцам и кварталам года; $Q_{макс, ч}$, $Q_{макс, дн}$, $Q_{макс, м}$, $Q_{макс, кв}$ – соответственно максимальный потребительский транспортный спрос жителей города МО на услуги ЛТ по часам суток, дням недели, месяцам и кварталам, пасс. (определяются по

результатам обследования); $Q_{ср.ч}$, $Q_{ср.дн}$, $Q_{ср.м}$, $Q_{ср.кв}$ – соответственно среднесуточный, среднедневной, среднемесячный, и среднеквартальный транспортный спрос жителей города МО на услуги ЛТ, пасс. (определяются по результатам обследования); K_n^r – коэффициент неравномерности транспортного спроса жителей городского МО на услуги ЛТ (рассчитывается); $K_{уд.спр}$, $K_{усл}$, $K_{ко}$, $K_{тар}$ – соответственно расчетные коэффициенты по оценке удовлетворения транспортного спроса, услуг, культуры обслуживания и тарифа за проезд (рассчитываются); $T_{поез}^f$, $T_{поез}^n$ – соответственно величина (фактических и нормативных) затрат времени жителей городского МО на поездку в ЛТ, мин (определяются по результатам обследования); t_T^f , t_T^h – соответственно величина (фактическая и нормативная) стоимостной оценки одного часа свободного времени пассажира, руб. (определяется расчетным или экспертным методом); $K_{кач.усл}$ – коэффициент качества транспортных услуг ЛТ (рассчитывается); $K_{эб}$ – коэффициент экологической безопасности транспортных услуг ЛТ (рассчитывается); $\sum_i A_{ib} \cdot M_i^f$, $\sum_i A_{ib} \cdot M_i^h$ – соответственно

совокупность (фактических и нормативных) выбросов вредных веществ (CO , CH , NO_x , C и др.) в природную среду; A_{ib} – показатель степени агрессивности выброса i -го вредного вещества (определяется по «Методике определения предотвращенного экологического ущерба»); M_i^f , M_i^h – соответственно значение (фактическое и нормативное) Евро 3,4,5,6 выбросов i -го вредного вещества; $K_{БД}$ – расчетный коэффициент безопасности движения ЛТ в городском МО; $K_{кул}$ – расчетный коэффициент культуры обслуживания населения городского МО ЛТ; $N_{жал}$ – количество жалоб населения городского МО на работу ЛТ (отчетные данные); $N_{нар}$ – количество штрафных баллов водителей ЛТ за последствия совершения дорожно-транспортного происшествия: за каждого погибшего – 9 баллов; с ранеными различной степени тяжести – 3-6 баллов; только с материальным ущербом без пострадавших – 0,1-0,5 балла. Только нарушение правил дорожного движения – 0,01-0,09 балла; $U_{ф}$, $U_{общ}$ – соответственно количество оказываемых (фактических и общих) услуг (номенклатура услуг определяется соответствующими Правилами перевозок или др.); $K_{кач}^r$ – комплексный критерий качества обслуживания населения ЛТ (рассчитывается); T_n – время в наряде ЛТ, ч (отчетные данные); $K_{ВАДС}$ – расчетный коэффициент снижения разрешенной скорости движения автомобилей в городском МО, зависящий от различных факторов и условий работы ЛТ (рассчитывается как среднеарифметическое значение); $K_{обес}^{ст}$ – коэффициент степени обеспеченности городских МО стоян-

ками для ЛТ; $K_{обес}^{ст} = \frac{N_{ф}^{ст}}{N_{н}^{ст}}$, где $N_{ф}^{ст}$, $N_{н}^{ст}$ – плотность

размещения стоянок ЛТ в городском МО соответственно фактическая и нормативная, ед./кв.км (рекомендация - 1 стоянка и более - образцовое обслуживание; 0,81 - 0,99 – хорошее обслуживание; 0,55-0,80 – удовлетворительное обслуживание; менее 0,55 – неудовлетворительное обслуживание) [7].

Выводы

Транспортное обслуживание населения ЛТ, хотя и является дополнительным функциональным элементом для пассажирской транспортной системы города, стра-

тегически (в организационно-управленческом аспекте) проявляет себя как визитная карточка, определяющая имидж любого городского муниципального образования. Поэтому процесс управления развитием обслуживания населения ЛТ с соответствующей сервисной инфраструктурой должен быть ориентирован на постоянное улучшение уровня качества услуг с одновременным повышением эффективности его эксплуатационной работой [8]. В целом, повышение эффективности эксплуатации ЛТ в городском МО должно быть обеспечено за счёт [9,10]:

- Организации работы ЛТ по патентам и создания стоянок с видеонаблюдением.

- Расширения числа стоянок для ЛТ и обеспечения рационального закрепления ЛТ для обслуживания основных объектов в городе, где имеется на них спрос.

- Усиления контроля посадки пассажиров на стоянках ЛТ.

- Увеличения числа ЛТ в утреннее и вечернее время, а также их сосредоточения в период проведения массовых мероприятий.

- Организации таксомоторных стоянок в торговых и пляжных местах, а также в других местах отдыха населения.

- Повышения культуры обслуживания водительского состава, особенно при перевозке пассажиров с детьми и престарелого возраста.

- Проведения воспитательной работы со стороны руководства с водительским составом по вопросам взимания правильной оплаты и расчета с пассажирами, особенно в ночное время.

- Исключения случаев необоснованного отказа от перевозки (невыгодные клиенты) и изменения пути следования ЛТ в пункт назначения пассажира с целью взимания с него большей оплаты за проезд.

- Сокращения времени на заказ ЛТ в период максимального спроса.

- Обеспечения страхования пассажиров при поездках в ЛТ.

- Организации приема заказов со специальных терминалов-вызовов.

- Обеспечения через диспетчерские центры (информационных агрегаторов) круглосуточного приёма и распределения заказов на ЛТ, особенно после 24:00, с исключением случаев ограничения заказов на исполнение в ночные часы, и обеспечением прибытия ЛТ по вызову к заказчику.

Литература

1. Герами В.Д. Методы расчета необходимого количества легковых автомобилей-такси / В.Д. Герами, А.Ю. Турукин: сб. тезисов юбилейной НТК «Актуальные проблемы автомобильного транспорта и дорожного хозяйства, пути их решения» / Кубан. Гос. Технол. Ун-т.-Краснодар, 1998. - 124 с.
2. Кравченко А.Е. Формирование системы перевозочных процессов пассажирским автомобильным транспортом в курортных зонах: монография. – Краснодар: Издательский Дом-Юг, 2010. – 468 с.
3. Кравченко Е.А., Кравченко А.Е. Таксомоторные и джиппинговые перевозки пассажиров: монография / А.Е. Кравченко, Е.А. Кравченко. – Краснодар: Издательский Дом-Юг, 2012. – 200 с.

4. Кравченко А.Е. Пассажирский автотранспортный комплекс курортных зон Краснодарского края: методология организации, технологии, оценки, управления: монография. – Краснодар: Изд. КубГТУ, 2015. – 376 с.

5. Кравченко А.Е. Оценка качества обслуживания населения и отдыхающих курортных зон легковыми автомобилями-такси // Грузовое и пассажирское автохозяйство, 2011. – № 2. С. 56-62.

6. Мун Э.Е. Определение потребности населения города в легковых таксомоторных перевозках/Э.Е. Мун. ЦБНТИ Минавтотранс РСФСР, 1974.- 28 с.

7. Болоненков Г.В. Организация обслуживания населения автомобилями-такси по срочным заказам с районных стоянок / Г.В. Болоненков. ЦБНТИ Минавтотранс РСФСР, 1978.- 33 с.

8. Кравченко А.Е., Кравченко Е.А. Управление качеством пассажирского транспортного сервиса: теория, методология, технология: монография / А.Е. Кравченко, Е.А. Кравченко г. Краснодар: ФГБОУ ВО «КубГТУ», 2017. – 320 с.

9. Кравченко А.Е. Основные рекомендации по совершенствованию таксомоторных перевозок пассажиров в муниципальном образовании Большие Сочи // Грузовое и пассажирское автохозяйство, 2010. – № 5. С. 27-33.

10. Кравченко А.Е. Управление качеством пассажирского транспортного сервиса: теория, методология, технология: монография / А.Е. Кравченко, Е.А. Кравченко – Краснодар: Изд. ФГБОУ ВО «КубГТУ», 2017. – 320 с.

Сведения об авторе

Кравченко Алексей Евгеньевич, к.т.н., доцент кафедры «Транспортные сооружения», Кубанский государственный технологический университет, 350072, Россия, Краснодар, ул. Московская, 2. Тел. 8(960)485-28-46. E-mail: pupsan2003@mail.ru.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕХАНИЗМЫ БОРЬБЫ С ПРИЧИНАМИ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ ЗА РУБЕЖОМ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯНаучный сотрудник **Пенязь И.М.**

(Всероссийский институт научной и технической информации – ВИНТИ РАН)

MODERN MECHANISMS TO COMBAT THE CAUSES OF ROAD TRAFFIC ACCIDENTS THROUGH DIGITAL MODELING IN THE WORLDResearcher **Penyaz I.M.**

(The All-Russia Institute of the Scientific and Technical Information of the Russian Academy of Sciences. VINITI RAS)

ДТП, предотвращение аварий, БДД, снижение смертности на дорогах, цифровое моделирование, новые технологии, системный подход.

Road accidents, accident prevention, traffic safety, reduction of road mortality, digital modeling, new technologies, system approach.

Представлен анализ мероприятий по предотвращению ДТП, основанный на новых технологиях системного подхода и цифрового моделирования соответствующих процессов. Приведены примеры обеспечения безопасности дорожного движения на основе цифрового моделирования.

The presented analysis of measures to prevent road traffic accidents is based on new technologies of system approach and digital modeling of corresponding processes. Examples of how key road safety issues can be addressed through digital modeling are provided.

Изменение характера риска столкновения транспортных средств во время зимних штормов. Для оценки риска травм и столкновений, в течение времени которого водители реагируют на опасную погоду и на состояние дорожного покрытия, в исследовании применен групповой ретроспективный метод. К изображениям метеорологических радиолокаторов и традиционным наблюдениям на наземных станциях применены критерии определения зимнего шторма с целью классифицировать и охарактеризовать штормовые события переменной длительности. Исследовались 196 штормовых событий в отношении типа и количества осадков, видимости, температуры, наличия данных о погодных условиях, распространенных службой безопасности предупреждений, местоположения и времени. В период зимних штормов доля травм и столкновений без травм возросла соответственно на 66 и 137% по сравнению с сухими погодными условиями. Это выше, чем результаты аналогичных исследований во время зимних осадков, проведенных в течение одного и того же периода в 2002–2016 гг. [1].

Регуляторная направленность, временная перспектива, место контроля и поиск острых ощущений как признаки рискованного вождения. Эмпирические данные показывают, что большинство усилий по обеспечению безопасности дорожного движения не достигают водителей, наиболее подверженных риску. Проведено исследование с целью выявить различия между водителями высокого и низкого риска на основе переменных, которые влияют на эффективность предупреждающих сообщений: ориентация на регулятивную направленность, временная перспектива, местоположение контроля и поиск острых ощущений. Было проведено анкетирование пяти тысяч водителей с низким

уровнем риска и пяти тысяч водителей с высоким уровнем риска, выбранных случайным образом на основе их водительских прав. Водитель, виновный в двух или более нарушениях ПДД, был отнесен к категории с высоким уровнем риска, а водитель с низким уровнем риска считался без нарушений за последние четыре года. Получены 2064 заполненные анкеты с коэффициентом ответов 20,6%. Из них 798 принадлежали к группе водителей с высоким уровнем риска, а 1266 — с низким. Результаты показывают, что у водителей с высоким и с низким уровнем риска разные особенности ориентации и восприятия ситуации, что улучшает понимание личности и мотивации рискованных водителей. Это может быть учтено при разработке более эффективных программ и кампаний по безопасности дорожного движения [2].

Моделирование показателей безопасности новой схемы ромбовидного пересечения автомобильных дорог (Super DDI) для движения автотранспорта и пешеходов. Большинство существующих автодорожных развязок в США построены более 50 лет назад исходя из устаревшей концепции проектирования. Они не соответствуют современным требованиям движения автотранспорта и пешеходов и создают проблемы в отношении эксплуатации и безопасности. В 2019г. было проведено моделирование показателей безопасности новой схемы ромбовидной суперразвязки автомобильных дорог (Super DDI) с помощью комплекса VISSIM и суррогатной модели оценки безопасности (SSAM). В сравнении также участвовали 6 новых схем развязок. Всего в VISSIM было смоделировано 252 схем, которые затем были протестированы с помощью SSAM. Также было промоделировано соответствующее число схем для оценки пешеходных характеристик всех схем. По

результатам моделирования Super DDI показал высокий потенциал в отношении безопасности автомобильного движения и пешеходов: минимальное число смоделированных конфликтов, а также наименьшую среднюю скорость и время столкновения смоделированных конфликтов. Согласно условиям пропуска пешеходов Super DDI занял третье место по величине самых низких средних значений времени прохождения пешеходов. В Super DDI отсутствует явный конфликт между транспортными средствами и пешеходами, в результате чего пешеходные дорожки Super DDI более безопасны, чем дорожки в типичной схеме DDI [3].

Сравнение статистических методов обучения для выявления ключевых факторов возникновения аварий из несбалансированного набора данных высокого разрешения. Анализ данных об авариях с целью получения ключевых факторов, связанных с возникновением дорожно-транспортных происшествий, можно рассматривать как задачу двоичной классификации. При этом дихотомическая целевая переменная содержит события (аварии) и не события (без аварий). В Австрии проанализировано влияние 45 переменных с использованием набора данных с высоким временным (1 ч) и пространственным (250 м) разрешением, охватывающим всю сеть автомобильных дорог за 4 года подряд. Это - описание геометрии и состояния дороги, правил дорожного движения, погоды и времени аварии. Применялись и сопоставлялись несколько статистических методов обучения в отношении их прогнозирующей эффективности. Результаты показали, что несбалансированным классификационным задачам присущ компромисс между точностью и чувствительностью. Выявлена удовлетворительная производительность методов: точность - от 75 до 90%, чувствительность - от 30 до 50% [4].

Влияние когнитивного отвлечения на время восприятия-реакции на неожиданные внезапные и постепенно возникающие опасности на дороге. Было проведено на тренажере исследование реакции водителя на неожиданные опасности на дороге. Изучалось влияние когнитивного восприятия водителя при отвлечении во времени на разные стадии опасности при внезапном и при постепенном её возникновении. Фиксировалась задержка движения глаз водителя или скачкообразное их движение во время обработки информации и во время слежения за движением автомобиля. Участникам экспериментов (24 участника) были представлены три различные аварийные ситуации на дороге. В том числе, одна внезапного характера, когда пешеход выходил на проезжую часть впереди припаркованного транспортного средства, и две постепенно развивающиеся ситуации, когда встречное транспортное средство поворачивало налево через дорогу и транспортное средство, ускоряющееся перпендикулярно на путь водителя справа. Анализировались результаты в отношении времени задержки и формулировались выводы в работе [5].

Изучение способности к целенаправленной деятельности в ходовые качества вождения при старении водителя. Описывается исследование связи способности к целенаправленной деятельности (EF), рассматриваемые как скрытые переменные, с характеристиками вождения на дороге в период старения водителя. Проведено тестирование 126 водителей в возрасте

от 20 до 82 лет на дороге протяженностью 247 км при трех наиболее часто встречающихся комплексах исполнительных функций: торможение (подавление доминантных реакций), обновление представлений рабочей памяти и смещение наборов задач. Моделирование показало, что ходовые качества на дороге были связаны с торможением. Кроме того, полученные данные свидетельствуют, что связанное с возрастом снижение качества вождения при нормальном старении может быть опосредовано функцией торможения [6].

Анализ серьезности аварий на автостраде с использованием байесовской пространственно-обобщенной упорядоченной логит-модели с условными авторегрессионными априорными вероятностями. Описываемое исследование развивает байесовскую пространственную обобщенную упорядоченную логит-модель с условными авторегрессионными априорными вероятностями. Эта модель предназначена для изучения уровня серьезности аварий на автостраде. Для анализа собрана информация о сбоях на автостраде Kaiyang Freeway, Китай, в 2014 г. Уровни серьезности аварии определялись с учетом сочетания тяжести травм, финансовых потерь и числа травм и смертельных случаев. Результаты оценки показали, что существенное влияние на уровень серьезности аварии оказали тип водителя, время года, объем и состав трафика, время ответа для служб неотложной медицинской помощи и тип аварии. Кроме того, существенное влияние на порог между средним и серьезным уровнями аварии оказывают тип транспортного средства, время суток, погодные условия, уклон в профиле, проезд по мосту, интенсивность движения и состав транспортных средств, а также тип аварии. На основе результатов оценки было предложено несколько контрмер, касающихся обучения водителей, соблюдения правил дорожного движения, проектирования транспортных средств и дорожного полотна, а также аварийных служб для смягчения серьезности аварий на автострадах [7].

Оценка технологий с использованием встроенной в транспортное средство аппаратуры для предотвращения вождения автомобилей без водительских прав в Квинсленде и Виктории (Австралия). Был проведен анализ коэффициента рентабельности (BCR) для технологий интеллектуальных транспортных систем с целью предотвращения управления транспортными средствами без водительских прав. Эксперимент проводился посредством проверки личности водителя с помощью биометрических технологий, а также действительности его водительских прав в связи с введением их электронной формы (EDL). Соответствующий анализ BCR показал, что технологии распознавания отпечатков пальцев и сосудистых образований систематически имеют лучшие BCR. Что касается наиболее эффективного способа внедрения технологии, соответствующее исследование с пятью сценариями показало, что наибольшие преимущества будут достигнуты при следующих сценариях: (а) обязательная система для всех водителей, лишенных прав, (например, отстранение от должности и дисквалификация), и (б) обязательная система только для лишенных прав водителей в возрасте до 21 года. Сценарий (б) работает очень хорошо: доход от инвестиций в 16 раз выше благодаря простой блокировке на основе отпечатков пальцев [8].

Субъективное ранжирование водителями среднего возраста комбинированных трасс на горных автострадах и выбор скоростей движения. Исследование имело целью субъективное ранжирование дорожных трасс водителями среднего возраста (23 – 40 лет). В нем участвовало 16 человек, которые сначала прошли тесты вождения на реальной 4-полосной горной автостраде, затем объединили фотографии отдельных участков в группы с предполагаемым схожим поведением при вождении. В завершение они прошли анкетирование в отношении комфорта, безопасности, выбора скорости и расстояния обзора. Группировка фотографий выявила три четкие и непересекающиеся субъективные категории трассы. Оценки относительно комфорта и безопасности оказались разными между этими категориями, что необходимо учитывать при проектировании автодорог [9].

Выводы. Кроме рекомендуемых мероприятий, разрабатываемых в мире на основе информационно-коммуникационных систем, было предложено разработать концепцию обеспечения снижения смертности на дорогах. Концепция должна включать разработку системных мер в правовой сфере, в том числе, связанных с необходимостью пересмотра и нового толкования в реалиях времени ранее установленного законом механизма обеспечения БДД.

Литература

1. Changing patterns of motor vehicle collision risk during winter storms: A new look at a pervasive problem. Mills Brian, Andrey Jean, Doberstein Brent, Doherty Sean, Yessis Jennifer // *Accid. Anal, and Prev.* [Электронный ресурс]. — 2019. — 127. — 186-197. — Англ.
2. Regulatory focus, time perspective, locus of control and sensation seeking as predictors of risky driving behaviors. Lemarie Linda, Bellavance Francois, Chebat Jean-Charles // *Accid. Anal, and Prev.* [Электронный ресурс]. — 2019. — 127. — 19-27. — Англ.
3. Modeling safety performance of the new super DDI design in terms of vehicular traffic and pedestrian. Mehrara Molan Amirarsalan, Hummer Joseph E., Ksaibati Khaled // *Accid. Anal, and Prev.* [Электронный ресурс]. — 2019. — 127. — 198-209. — Англ.

4. A comparison of statistical learning methods for deriving determining factors of accident occurrence from an imbalanced high resolution dataset. Schlogl Matthias, StQtz Rainer, Laaha Gregor, Melcher Michael // *Accid. Anal, and Prev.* [Электронный ресурс]. — 2019. — 127. — 134-149. — Англ.

5. The effect of cognitive distraction on perception-response time to unexpected abrupt and gradually onset roadway hazards. D'Addario Pamela, Donmez Birsan // *Accid. Anal, and Prev.* [Электронный ресурс]. — 2019. — 127. — 177-185. — Англ.

6. Exploring the contribution of executive functions to on-road driving performance during aging: A latent variable analysis. Adrian Julien, Moessinger Michele, Charles Andre, Postal Virginie // *Accid. Anal, and Prev.* [Электронный ресурс]. — 2019. — 127. — 96-109. — Англ.

7. Analyzing freeway crash severity using a Bayesian spatial generalized ordered logit model with conditional autoregressive priors. Zeng Qiang, Gu Weihua, Zhang Xuan, Wen Huiying, Lee Jinwoo, Hao Wei // *Accid. Anal, and Prev.* [Электронный ресурс]. — 2019. — 127. — 87-95. — Англ.

8. Evaluation of in-vehicle technologies to prevent unlicensed driving in Queensland and Victoria. Demmel Sebastien, Freeman James, Larue Gregoire S., Rakotonirainy Andry // *Accid. Anal, and Prev.* [Электронный ресурс]. — 2019. — 127. — 201-222. — Англ.

9. Middle-aged Drivers' subjective categorization for combined alignments on mountainous freeways and their speed choices. Wang Fan, Chen Yuren, Guo Jingqiu, Yu Chen, Stevenson Mark, Zhao Haifeng // *Accid. Anal, and Prev.* [Электронный ресурс]. — 2019. — 127. — 80-86. — Англ.

Сведения об авторе

Пенязь Инна Михайловна, научный сотрудник
ВИНИТИ РАН.

125190, г. Москва, ул. Усиевича, 20

Тел. (499)155-44-21.

E-mail: tran@viniti.ru.

**ОБ ЭКСПОНАТАХ ВЫСТАВКИ ВНУТРЕННЕЙ ЛОГИСТИКИ
LOGIMAT 2020 В ГЕРМАНИИ**Кандидат техн. наук **Тиверовский В.И.**

(Всероссийский институт научной и технической информации Российской академии наук. ВИНТИ РАН)

**DISCUSSING THE EXHIBITS OF THE INTERNAL LOGISTICS EXHIBITION
LOGIMAT 2020 IN GERMANY**Ph.D. (Tech.) **Tiverovsky V.I.**

(All-Russian Institute for Scientific and Technical Information. VINITI RAS)

Выставки, внутренняя логистика, склады, транспортные роботы, терминалы, подъемно-транспортное оборудование, транспортная тара.

Exhibitions, internal logistics, warehouses, transport robots, terminals, hoisting and handling equipment, packaging for transportation.

Представлен обзор инноваций, подготовленных для экспонирования на международной выставке внутренней логистики. Приведены данные о новых решениях по цифровизации, автоматизации и применению транспортных роботов. Большое внимание уделено современным складам и новым видам подъемно-транспортного и складского оборудования.

An overview of innovations prepared for display at the international exhibition of internal logistics is presented. Information on new solutions for digitalization, automation and use of transport robots is given. Much attention is paid to modern warehouses and new types of hoisting, transportation and storage equipment.

10-12 марта 2020 г. в Штутгарте (Германия) было запланировано проведение традиционной международной выставки внутренней логистики, материальных и информационных потоков Logimat 2020. В Выставочном центре для экспозиций выставки было определена площадь 125 тыс. кв. м. Для участия в выставке зарегистрировалось около 1650 фирм Германии и других стран. Из-за неблагоприятной эпидемиологической обстановки проведение выставки было отменено.

Материалы об инновациях, подготовленных для экспонирования на выставке Logimat 2020, были широко представлены в ведущих научных журналах Германии, что позволяет автору со ссылкой на источники в порядке обзора предложить описание наиболее интересных инноваций внутренней логистики.

В центре внимания экспонатов - цифровизация и автоматизация, новые IT-технологии, роботы и транспортные системы с тележками без водителей, новейшие транспортно-складские системы и новые виды подъемно-транспортного оборудования. Представленные экспонаты преимущественно представлялись по принципу "все из одних рук". В рамках работы выставки намечались тематические форумы и встречи по интересам с выступлениями видных экспертов в области логистики. Организатор выставки - фирма EuroexpoMesse - und - Kongress GmbH [1].

Интересную экспозицию для выставки Logimat 2020 подготовила, например, международная предпринимательская группа Viastore, которая широко известна как системный интегратор в логистике. Специалисты группы видят главную задачу реализации концепции 4-й промышленной революции в соединении в единую цепь производства, транспорта и логистики. Этому требованию отвечает автоматизированная система управ-

ления для складской логистики Viadat и система для управления производством MES. На стенде выставки планировалось представить производство фирмы VacomGmbH, где 6 транспортных роботов обслуживают 45 рабочих станций. Для более глубокого представления об инновациях в производстве и логистике была подготовлена возможность воспользоваться технологией расширенной и виртуальной реальности. Эти технологии в последнее время все шире применяются в логистике [2].

Значительное число экспонатов и их разнообразие определили необходимость отбора наиболее интересных и их представление в виде небольших разделов. Остановимся вначале на наиболее интересных проектах складов.

Склады

Традиционно на выставках Logimat большое число экспонатов представляло инновации в области складской логистики и новых проектах складов и логистических центров. Выставка Logimat 2020 полностью отвечала этой традиции. Остановимся на наиболее интересных экспонатах.

Фирма AM-Automation GmbH (Германия), активно участвующая в реализации концепции 4-й промышленной революции, подготовила для выставки Logimat 2020 автоматический склад Autostore для складирования мелких штучных грузов в унифицированных носителях. Главная особенность транспортно-складской системы этого типа состоит в том, что транспортно-складские работы выполняют челночные тележки, выполняющие функции транспортных роботов. За последнее время фирма разработала и реализовала более 70 проектов Autostore. Для выставки была подготовлена

действующая модель склада по одному из реализованных проектов склада Autostore.

Фирма Gebhardt Intralogistics Group GmbH & Co. KG (Германия) подготовила для выставки Logimat 2020 ряд инноваций, также отражающих реализацию концепции 4-й промышленной революции (Industrie 4.0). Основной объект инноваций - автоматический склад готовой продукции или других грузов Storebiter 300-Multi-Level-Shuttle с челночными тележками в сочетании с транспортными системами, состоящими из напольных тележек разного типа, которые работают без водителей (FTS). Многоярусный автоматический склад с двумя и более проездами оснащен челночными тележками, которые могут работать по несколько тележек на одном уровне и перемещаться с одного уровня на другой. Все эти компоненты функционируют на основе общей электронной платформы с программным обеспечением GebhardtStoreware. Склад отличается высокой степенью автоматизации и гибкостью работы.

Значительный интерес представляет автоматический склад фирмы KlinkhammerIntralogistics GmbH (Германия). Автоматический склад предназначен для складирования мелких штучных грузов в носителях. Складирование грузов на стеллажи, взятие грузов со стеллажей и их транспортировка к рабочим станциям для комплектования заказов выполняют челночные транспортные роботы (Shuttle-Robot). Складская система со стеллажами высотой до 10 м фирмы ExotecSolution, челночные роботы и программное обеспечение фирмы Klinkhammer позволяют создать автоматический склад, удобный для работы в сфере электронной торговли (E-Commerce) в т.ч. для работы с возвращаемыми грузами (Retail). Роботы могут двигаться во всех направлениях, для вертикального перемещения используются специальные подъемники. Программное обеспечение построено с использованием искусственного интеллекта [3].

В зарубежной складской логистике хорошо известна автоматизированная система управления Viadat фирмы Viastore (Германия). Дочерняя структура этой фирмы ViastoreSystem подготовила для выставки Logimat 2020 новый программный продукт - Viadatvision. Назначение новой программы - визуализация всей системы логистики, анализ работы складской системы, производства и материальных потоков с выявлением узких мест, что позволяет менеджменту на основе этого анализа определить наиболее эффективные пути дальнейшего развития и совершенствования объекта логистики (склада, распределительного или логистического центра) и системы материальных потоков.

В складской логистике различают технологии комплектования заказов по принципу «Груз – к оператору» и «Оператор к – грузу». Первая технология, как правило, используется на складах с высокой степенью автоматизации. Для складов, работающих по второй технологии, фирма WanzlLogistics + Industry (Германия) предлагает для отбора грузов по заказам на основе принципа "Человек - к грузу" мобильное рабочее место на основе напольной тележки и сканирующего устройства, которое крепится на руке оператора и позволяет быстро и легко идентифицировать груз. Встроенный диод подает сигнал подтверждения сканирования. Масса сканера всего 40 г, что не затрудняет работу оператора с устройством на манжете руки и не ограничивает его свободу движений.

Известная фирма-поставщик электронных устройств для транспорта и логистики ACD ElektronikGmbH (Германия) впервые представила для выставки ручное сканирующее устройство типа M2Smart для мобильных систем сбора и обработки данных. Компактное легкое устройство, получившее название Hasci, просто крепится к перчатке или подвешивается на ленте через шею. Такое устройство имеет значительно меньшую стоимость по сравнению с перчаткой-сканером. Класс защиты - IP67. Предлагаемое устройство может эффективно использоваться на складах-холодильниках, на складах мелких штучных грузов и др.

Автоматизация транспортных и логистических процессов требует использования надежных и мобильных средств связи и передачи данных. Специализированная фирма ADS-tecAdministration GmbH (Германия) предлагает для установки на вилочных погрузчиках, других транспортных средствах, дорожных и строительных машинах и др. бортовые терминалы серии VMT9000. Терминалы этой серии открывают дополнительные возможности использования IT-технологий, легко встраиваются в облачную компьютеризацию, например, через ADS-TecCloudBig-Linx. Сенсорные дисплеи терминалов могут быть трех размеров по диагонали: 264, 307 и 381 мм [4].

Роботы и транспортные средства без водителей

На протяжении последних лет роботизация в складской логистике и транспортные системы с напольными тележками, работающими без водителей, доминируют в складской логистике. Рассмотрим далее несколько примеров из числа подготовленных для экспонирования на выставке логистики.

Предприятие Magazino, активно работающее в области роботизации производства и логистики, впервые представило на выставке Logimat 2020 робот Toru, оснащенный специальными сенсорами для определения длины, ширины и высоты грузов. Это позволяет роботу при отсутствии или неполноте основных данных о грузе идентифицировать груз и передать данные в автоматизированную систему управления (LVS) для уточнения идентификации. Такая технология отличается большей гибкостью и высокой степенью надежности при отборе грузов для комплектования заказов.

Специализированная фирма Artschwager+KohlSoftware GmbH (Германия), работающая в области программирования для внутренней логистики, предлагает новый программный продукт AGV Multiconnect. С помощью этой программы пакет SAP через программу MiRFleet может передавать заказы транспортным средствам без водителей (AGV, FTF), выполняющим по существу функции транспортных роботов. Программа Multiconnect поддерживает программы WMT01D01 Umlagern, WMT01D01 Quittieren и WMT01D01 Storno, т.е. охватывает разнообразные складские работы, этикетирование грузов и др. логистические операции.

Для удобной и экономичной транспортировки тарно-упаковочных грузов группа фирм BeumerGroup (Германия) создала роботизированную установку Robotrack для пакетирования и депакетирования грузов в разной транспортной таре, например, в ящиках, картонных коробках, канистрах, на плоских поддонах типа Trau и др. Рабочий орган робота меняется автоматически в зависимости от форм и размеров грузов. Эта же группа для транспортировки и складирования в таре сыпучих и

пылевидных грузов (цемент, строительные материалы и др.) предлагает упаковочную машину Fillpack R. Машина может работать с мешками разного типа и размера. Легко встраивается в транспортные и роботизированные системы с разной степенью автоматизации [5].

Транспортные системы с автономными транспортными средствами, работающими без водителей (FTS), получают все большее распространение. Специализированная фирма LeuzeElectronic GmbH (Германия), много работающая в области навигационных систем и технологий управления в системах FTS, различает несколько типов навигационных систем, выбор которых зависит от местных условий и требований к транспорту. Наиболее гибкая система навигации - контурная, или "натуральная", когда в памяти системы имеются контуры обстановки, в которых следует работать транспортным средствам. Второй тип систем - оптический, основанный на использовании лазеров и радаров. Третий тип - индуктивный, когда предусмотрена специальная колея для движения, которая воспринимается транспортным средством с помощью специальных сенсоров. Это наиболее простая система навигации. И, наконец, четвертый тип системы навигации - растровый. При этой системе с определенным растром в полу цеха размещаются сенсоры с функциями передатчиков, сигналы с которых считываются через транспондер при технологии RFID или с помощью матричного кодирования при других технологиях.

Фирма DS Automation (Австрия) является разработчиком и поставщиком различных автономных транспортных средств, работающих без водителей (FTF, AGV). Из общего спектра транспортных средств и систем на их основе фирма подготовила к экспонированию на выставке Logimat 2020 два типа: автоматический высокоподъемный вилочный погрузчик Amadeus, оснащенный трехмерной видеокамерой для обеспечения безопасности движения, и мобильную робототележку OscarOmni, которая может двигаться во всех направлениях. Из этих и других транспортных средств, которые предлагает фирма, возможно создание транспортных систем разного назначения.

Предприятие AdvantechService-IoT представила для выставки в Штутгарте (Германия) ряд инноваций в области автоматизации управления в промышленности, на транспорте и внутренней логистике. Главный экспонат - мобильные бортовые терминалы нового поколения DLT-V83 и DLT-V72. Терминалы на одной технической платформе могут работать с разными операционными системами, например с системой EmbeddedBoxPCs. Предусмотрен широкий выбор интерфейсов. Экспозиция предприятия также включала компьютер в промышленном исполнении Stand-Alone-PC со встроенной панелью Panel-Mount-Touch-PC [6].

Тара и поддоны

Отдельный раздел на международной выставке логистики Logimat 2020 представлял инновации в области транспортной тары, поддонов и др. типов носителей. Фирма Cabka-IPS предложила складную транспортную тару большого объема для многоразового использования в третьем поколении Cabcube 3.0. Производство этой тары основано на использовании синтетических материалов на основе технологии литья под давлением. Тара выпускается разных размеров, с крышками и без. По завершении использования тара утилизируется как

вторичное сырье. Эта же фирма представила два новых типа поддонов CP3 и CP9 [7].

Уже многие годы среди специалистов по транспорту и логистике идут споры на тему, какая транспортная тара является более эффективной - одноразового или многоразового использования. Преимущества тары многоразового использования: отсутствие отходов после каждого использования, уменьшение объема в порожнем состоянии до 90% с соответствующей экономией транспортных затрат, удобство использования современных логистических технологий, например, радиочастотной технологии идентификации (RFID), удобные условия использования на автоматических складах и значительная экономия материалов. Как показывает практика, тара многоразового использования может выдержать до 100 циклов перевозки грузов. Как недостаток - относительно высокие первоначальные затраты. Основное преимущество тары одноразового использования - невысокие первоначальные затраты. Т.о., выбор типа тары должен решаться на основе экономического сравнения вариантов. Как показал опыт фирмы ALDI SÜB (Германия), которая с 2017 г. перешла на использование тары многоразового использования для перевозок свежих фруктов и овощей, годовая экономия составила 30 тыс. т картона. При этом выбросы двуокиси углерода в атмосферу за год были уменьшены на 24 тыс. т [8].

Фирма Bito-Lagertechnik (Германия) в продолжение серии MB тары многоразового использования предлагает ящик нового типа MB Food&Deliver для перевозки скоропортящихся продуктов, главным образом при торговле через сеть Интернет. Ящик со специальной теплоизоляцией имеет размеры 600x400x373 мм. В ящике в вертикальном положении может быть поставлена бутылка объемом 1,5 л. Ящик снабжен крышкой и двумя перегородками, которые устанавливаются при необходимости. На специализированной выставке в Германии новый тип тары был отмечен премией "pro-K award 2020"

Фирма SchoellerAllibert (Германия) широко известна в области производства поддонов и тары многоразового использования, изготовленных из синтетических материалов. Предлагаемые поддоны типа RackPal могут быть успешно использованы в самых разнообразных автоматических и автоматизированных транспортно-складских системах. Масса одного поддона не превышает 14 кг. Для применения в условиях повышенных гигиенических требований предлагаются поддоны типа H1, соответствующие европейским нормам и сертифицированные фирмой GS1 Germany. Эта же фирма предлагает транспортную тару многоразового использования серии GLT, предназначенную для транспортировки и складирования тяжелых грузов. Грузоподъемность таких поддонов до 750 кг. Размеры в плане до 1200x1000 [9].

Специализированная фирма Bekuplast предлагает в качестве носителей плоские поддоны размерами 600x400 мм, на которых можно в разных вариантах устанавливать грузы в транспортной таре размерами в плане 200x150 мм, 300x200 мм, 400x300 мм и 600x400 мм. Для крепления предусмотрены специальные мобильные сегменты. Тара размерами 600x400 мм с гладким дном имеет грузоподъемность 50 кг и может эффективно использоваться в автоматических складах для тарно-упаковочных грузов [10].

Подъемно-транспортное и складское оборудование

Международная выставка Logimat 2020 могла стать рекордной по количеству новых видов подъемно-транспортного и складского оборудования. Рассмотрим далее лишь некоторые примеры.

Известная компания Crown с центром в США и отделениями в Германии, Китае и Австралии представила для выставки вилочные электропогрузчики новой серии ESR-1000 с выдвижной грузовой мачтой высотой подъема грузов до 13560 мм и грузоподъемностью до 2 т. Аккумуляторная батарея погрузчика работает на основе литий-ионной технологии. В погрузчиках серии ESR-1000 реализован ряд инновационных технологий. Новая технология XpressLower увеличивает скорость опускания захвата погрузчика до 1,1 м/с, что обеспечивает экономию энергии на 21%, а регенеративная система торможения E-GEN - еще на 11%. Для повышения производительности, надежности и управляемости погрузчика впервые создана и внедрена новая производственная операционная система Gena. Она работает по выбору на 25 языках с отражением данных на бортовом цветном сенсорном дисплее с диагональю 178 мм. Для контроля данных о состоянии важнейших узлов погрузчика и данных о выполняемых операциях в систему поступает информация от 17 встроенных сенсоров. Система Gena взаимодействует с автоматизированной системой управления парком погрузчиков Infolink. Погрузчики новой серии ESR-1000 компании Crown можно рассматривать как пример инновационного решения автоматизации управления транспортным средством с учетом требований энергосбережения [11].

На автоматизированных складах и в логистических центрах широкое применение получили рельсовые напольные транспортные системы для транспортировки поддонов. Фирма LouisSchierholz GmbH (Германия) представила новые типы двухрельсовых напольных транспортных систем с электрическим приводом (EBV) для транспортировки поддонов с грузом. Производительность таких систем может быть в пределах 200-400 поддонов, масса груженых поддонов - до 1200 кг, скорость движения - до 2,5 м/с. Предусмотрено цепное перегрузочное устройство. При необходимости по индивидуальным требованиям грузоподъемность и/или скорость движения могут быть увеличены.

Для выставки Logimat 2020 фирма Cellumation GmbH (Германия) впервые представила транспортную систему Celluveyor, построенную из транспортных модулей шестиугольной формы с тремя приводными колесами. Движение возможно в разных направлениях, привод колес запатентован. Шестиугольная форма позволяет компоновать модули в разных вариантах. Эта же фирма экспонировала автоматическую станцию для пакетирования и депакетирования грузов на поддонах.

Фирма FAB Fördertechnik und Anlagenbau GmbH (Германия) предложила для погрузочно-разгрузочных работ с автотранспортными средствами автоматизированную систему, которая состоит из двух главных компонентов. Первый компонент представляет собой буферную транспортную линию, которая транспортирует грузы между складом и рампой, где непосредственно производятся работы по погрузке и разгрузке. Второй компонент представляет собой устройство для погрузки/разгрузки автомобиля, стоящего у рампы. Передача грузов с одного компонента на другой выполняется автоматически. Положение автомобиля у рампы жестко

фиксируется во избежание несанкционированного приведения в движение.

Фирма ABM Greiffenberger Antriebstechnik GmbH (Германия), как комплектный поставщик оборудования для транспортных систем и складской логистики, представила на международной выставке Logimat 2020 современные энергоэффективные электрические приводы с асинхронными и синхронными двигателями и различные типы передач. В разделе подъемных устройств фирма экспонировала различные типы лебедок и крановых тележек. Для транспортных систем с напольными тележками без водителей (FTS) фирма представила новый компактный тип электрического привода TDH230, который легко интегрируется в транспортные средства, работающие без водителей.

Фирма Bauer GmbH (Германия), работающая в области производства навесных рабочих органов для вилочных погрузчиков и др. специальных транспортных средств, для выставки Logimat 2020 представила подъемные рабочие платформы нового типа, предназначенные для выполнения работ на высоте, связанных с осмотром техническим обслуживанием, ремонтом и др. работами. Рабочая платформа типа MB-11 может быть поднята вилочным погрузчиком как с широкой, так и с узкой стороны. Для обеспечения безопасности производства работ рабочая платформа оборудована сетчатым ограждением. Фирма экспонировала подъемные рабочие платформы типа MB-11.

Фирма Cesab Material Handling Deutschland GmbH (Германия) представила на выставке новые модели напольного транспорта в виде поездов с электрическими тягачами и прицепными тележками платформенного типа. Тягачи выпускаются в трех- и четырехколесном варианте с возможностью транспортировки поездов массой от 1,5 т до 80 т. Надо отметить, что поезда с прицепными тележками применяют не только на складах и в логистических центрах, но и на промышленных предприятиях и даже в медицинских клиниках [12].

В последнее время все более широкое применение во внутренней логистике получает тележечный транспорт. Это и простые ручные тележки, приводные тележки разного типа, поезда с тягачами и прицепными тележками, а также тележки с автоматизированным управлением и автоматические тележки, работающие без водителей. Например, фирма BlickleRäder+Rollen GmbH + Co. KG (Германия) предлагает неприводные напольные тележки серии Ergomove с колесами из полиуретана. Для движения тележки с грузом массой 1000 кг достаточно усилия в 130 Н. В настоящее время в серии Ergomove три типа: EM1000, EM2000 и EM2000T. Допустимая скорость движения 4 км/ч.

Завершая краткий обзор инноваций, которые были представлены для экспозиции на выставке Logimat 2020, можно сделать следующие **выводы**:

1. Очередная международная выставка внутренней логистики была подготовлена как важный этап в подведении итогов развития и определения дальнейших путей реализации концепции 4-й промышленной революции в сфере логистики.

2. Для экспонирования на выставке ведущие фирмы представили многочисленные инновации в области строительства складов, автоматизации и роботизации, информационных и цифровых технологий, новых видов оборудования.

3. Изучение зарубежного опыта инноваций в сфере внутренней логистики следует рассматривать как возможность практического применения инноваций в решении задач развития производства и логистики в нашей стране.

Литература

1. MehrAussteller und mehrFlache//Techn. Logist.-2020.-60, № 1-2.-С. 26.
2. VernetzteLogistik und Produktion // Techn. Logist.-2020.-60, № 1-2.-С. 25.
3. ErweitertesProduktportfolio // Techn. Logist.-2020.-60, № 1-2.-С. 36.
4. Vehicle Terminals der VMT9000-Serie // Techn. Logist.-2020.-60, № 1-2.-С. 28.
5. Bereitfür den Transport //Techn. Logist. -2019.-59, № 9.-С. 76.
6. ErweiterteFahrzeugterminal-Generation //Techn. Logist.-2020.-60, № 1-2.-С. 28.
7. Nachhaltigetransport!?ungen// Techn. Logist.-2020.-60, № 1-2.-С. 30.

8. MehrwegschlägtEinweg //DHF Intralogistik.-2019, № 5.-С. 36-37

9. FaltbareGrossladungstragerimFokus //DHF Intralogistik. [Электронныйресурс].- 2019, № 9.-С. 38.

10. Universal Tray //DHF Intralogistik.-2019, № 1-2. С. 45.

11. EinBlickhinter die Kulissen // Techn. Logist.-2020.-60, № 1-2.-С. 24.

12. NeueProduktreihen // Techn. Logist.-2020.-60, № 1-2.-С. 30.

Сведения об авторе

Тиверовский ВладимирIZEкильевич, старший научный сотрудник в Отделе информации по транспорту Всероссийского института научной и технической информации Российской академии наук.

Адрес: 125190 Москва, ул. Усиевича, 20.

Телефон 499-152-56-33.

E-mail:Logistic@viniti.ru.

ВНИМАНИЮ АВТОРОВ

Научный информационный сборник «ТРАНСПОРТ: наука, техника, управление» включен в новый **ПЕРЕЧЕНЬ** рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидатов наук, на соискание ученой степени докторов наук (распоряжением Минобрнауки России № 21-р. от 12 февраля 2019 г.)

(Из Перечня ВАК по состоянию на 03.04.2019 года)

(Раздел «Перечень рецензируемых научных изданий (ВАК) mgsu.ru»).

URL: http://mgsu.ru/science/publikatsionnaya-aktivnost/Perechen_VAK_03042019_specialnosti.pdf

№ п/п	Наименование издания	ISSN	Группы научных специальностей/научные специальности и соответствующие им отрасли науки, по которым присуждаются ученые степени	Дата включения издания в Перечень
1458.	Научный информационный сборник "Транспорт: наука, техника, управление"	0236-1914	05.22.01 – Транспортные и транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте (технические науки), 05.22.07 – Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация (технические науки), 05.22.08 – Управление процессами перевозки (технические науки), 05.22.10 – Эксплуатация автомобильного транспорта (технические науки), 05.22.14 – Эксплуатация воздушного транспорта (технические науки), 05.22.19 – Эксплуатация водного транспорта, судоходство (технические науки), 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством (по отраслям и сферам деятельности) (экономические науки)	с 28.12.2018

В рецензируемом научном информационном сборнике «ТРАНСПОРТ: наука, техника, управление» редакция традиционно публиковала статьи по группам научных специальностей. Тематика статей включает информационные технологии на транспорте, общие вопросы транспорта, логистику, железнодорожный, автомобильный, внутренний водный, морской, воздушный, трубопроводный, промышленный и городской транспорт, взаимодействие видов транспорта, смешанные перевозки грузов.

При этом следует иметь в виду, что согласно новым правилам в журналах, включенных в Перечень ВАК, для защиты диссертаций будут учитываться только статьи по уточненным научным специальностям, а не по группам специальностей. Поэтому авторам при подготовке статей с целью их последующего учета при защите диссертаций следует особое внимание уделять шифру научного направления и обязательно сверяться с новым Перечнем ВАК.

Соискателю ученой степени важно знать: Публикации по другим специальностям, не соответствующим специальности защищаемой диссертации, ВАК засчитывать НЕ будет.

Если статья была опубликована до 28 декабря 2018г. (т.е. до публикации обновленного перечня ВАК), статья будет засчитана.

Разъяснения по новым правилам имеются в сети Интернет. Раздел «Новые правила публикации статей в журналах из перечня ВАК». Например, URL: originaldissertations.com/newjournals2019.php

ЭТИЧЕСКИЕ ПРАВИЛА ПУБЛИКАЦИЙ

ETHICAL RULES OF PUBLICATIONS

1. В настоящих правилах приведены общие принципы этики публикаций, которыми должны руководствоваться в своих взаимоотношениях участники процесса научных публикаций: авторы, рецензенты и редакторы.

2. Этика научных публикаций – это система норм профессионального поведения во взаимоотношениях авторов, рецензентов, редакторов, издателей в процессе создания, распространения и использования научных публикаций.

3. В своей деятельности редактор несет ответственность за обнародование авторских произведений, что накладывает необходимость следования следующим основополагающим принципам:

- При принятии решения о публикации редактор научного журнала руководствуется достоверностью представления данных и научной значимостью рассматриваемой работы.

- Редактор должен оценивать интеллектуальное содержание рукописей вне зависимости от пола, взглядов, гражданства, социального положения и предпочтений авторов.

- Неопубликованные данные, полученные из представленных к рассмотрению рукописей, не должны использоваться для личных целей или передаваться третьим лицам без письменного согласия автора. Информация или идеи, полученные в ходе редактирования и связанные с возможными преимуществами, должны сохраняться конфиденциальными, и не использоваться с целью получения личной выгоды.

- Редактор не должен допускать к публикации информацию, если имеется достаточно оснований полагать, что она является плагиатом.

4. Плагиат – умышленное присвоение авторства чужого произведения науки, чужих идей или изобретений. Плагиат может быть нарушением авторско-правового законодательства и патентного законодательства и в качестве такового может повлечь за собой юридическую ответственность.

5. Для исключения возможного плагиата редактор обязан проверить рукопись статьи с использованием специального программного обеспечения.

6. Редактор не должен оставлять без ответа претензии, касающиеся рассмотренных рукописей или опубликованных материалов, а также при выявлении конфликтной ситуации принимать все необходимые меры для восстановления нарушенных прав.

7. Рецензент осуществляет научную экспертизу авторских материалов, вследствие чего его действия должны носить непредвзятый характер, заключающийся в выполнении следующих принципов:

- Рукопись, полученная для рецензирования, должна рассматриваться как конфиденциальный документ, который нельзя передавать для ознакомления или обсуждения третьим лицам.

- Рецензент обязан давать объективную и аргументированную оценку изложенным результатам исследования. Персональная критика автора неприемлема.

- Неопубликованные данные, полученные из представленных к рассмотрению рукописей, не должны использоваться рецензентом для личных целей.

8. Автор (или коллектив авторов) несет первоначальную ответственность за новизну и достоверность результатов научного исследования, что предполагает соблюдение следующих принципов:

- Авторы статьи должны предоставлять достоверные результаты проведенных исследований. Заведомо ошибочные или сфальсифицированные утверждения неприемлемы.

- Авторы должны гарантировать, что результаты исследования, изложенные в предоставленной рукописи, полностью оригинальны. Заимствованные фрагменты или утверждения должны быть оформлены с обязательным указанием автора и первоисточника. Чрезмерные заимствования, а также плагиат в любых формах, включая не оформленные цитаты, перефразирование или присвоение прав на результаты чужих исследований, неэтичны и неприемлемы.

- Необходимо признавать вклад всех лиц, так или иначе повлиявших на ход исследования, в частности, в статью должны быть представлены ссылки на работы, которые имели значение при проведении исследования.

- Авторы не должны предоставлять в журнал рукопись, которая была отправлена в другой журнал и находится на рассмотрении, а также статью, уже опубликованную в другом журнале.

- Соавторами статьи должны быть указаны все лица, внесшие существенный вклад в проведение исследования. Среди соавторов недопустимо указывать лиц, не участвовавших в исследовании и подготовке статьи.

- Если автор обнаружит существенные ошибки или неточности в статье на этапе ее рассмотрения или после ее опубликования, он должен как можно скорее уведомить об этом редакцию журнала.

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ THE INFORMATION FOR AUTORS

ПРАВИЛА

направления, опубликования и рецензирования научных статей

1. К рассмотрению принимаются рукописи, отражающие результаты оригинальных исследований. Содержание рукописи должно относиться к тематике журнала, соответствовать его научному уровню, обладать определенной новизной и представлять интерес для широкого круга читателей журнала.

2. Опубликованные материалы, а также рукописи, находящиеся на рассмотрении в других изданиях, к публикации не принимаются.

3. Редакционная коллегия, а также рецензенты принимают на себя обязательство ограничить круг лиц, имеющих доступ к присланной в редакцию рукописи.

4. Рукопись должна содержать постановку задачи, исследование, библиографические ссылки и выводы.

5. К рассмотрению принимаются рукописи объемом не более одного авторского листа (авторский лист содержит 40 тыс. знаков, включая пробелы). Статьи принимаются в распечатанном виде и по электронной почте.

6. **Рукопись статьи должна быть представлена в следующем составе и последовательности:**

- перед названием статьи должно быть указан индекс УДК;
- название статьи на русском языке, под ним – фамилия автора (авторов) с указанием учёной степени, звания, места работы или учёбы;

- название статьи на английском языке, под ним – в латинской транслитерации фамилия автора (авторов) и на английском языке указание учёной степени (например, Doctor (Tech.), Ph. D.(Econ.)), звания (например, Professor, Associate Professor), места работы или учёбы;

- ключевые слова на русском языке, под ними - ключевые слова на английском языке (не менее пяти слов) (курсивом);

- аннотация (краткий реферат) не более 10 строк на русском языке, под ней - аннотация на английском языке (курсивом);

- текст, напечатанный шрифтом Times New Roman, кегль 14, через полтора интервала, в одну колонку, с полями не менее 20 мм, с пронумерованными страницами, с указанием номеров рисунков, рисунками, подрисовочными подписями и необходимыми к ним пояснениями. **Все рисунки должны быть черно-белыми, без оттенков, четко выполненными.** Рукопись не должна содержать более 10 рисунков и 5 таблиц;

- список использованной литературы (библиография) - не менее десяти источников, желательно использование также зарубежных источников;

- сведения об авторах: фамилия, имя и отчество (полностью), ученая степень, звание, должность, место работы и (или) учебы (полностью), адрес учреждения (с почтовым индексом) (домашний адрес не указывается), контактные телефоны (в том числе мобильный), e-mail;

- подписи авторов с указанием даты отправки рукописи.

7. **Рукопись должна быть представлена также на электронном носителе** (в программе Microsoft Word, шрифт Times New Roman, кегль 14, междустрочный интервал 1,5, расположение в одну колонку).

Текст и каждый рисунок должны быть представлены отдельными файлами:

- текста статьи – в формате DOC или RTF, имя файла текста статьи должно состоять из фамилии первого автора в латинской транслитерации (например, Karpuhin.doc)

- рисунки – в одном из форматов: TIFF, JPEG, GIF, EPS. Имя файла каждого рисунка должно состоять из фамилии первого автора в латинской транслитерации, дополненного знаком «подчеркивание» и номером рисунка в статье (например, Karpuhin_1.tif; Karpuhin_2.tif и т.д.).

8. При написании математических формул, подготовке графиков, диаграмм, блок-схем не допускается применение размеров шрифтов менее № 8 (за исключением индексов). Таблицы, рисунки и формулы являются частью текста и должны допускать электронное редактирование. Сложные математические формулы должны быть представлены как встроенные в Word объекты Microsoft Equation (Math Type).

9. Ссылки на литературу даются в порядке упоминания; в тексте номер ссылки ставится в квадратные скобки. Список использованных источников приводится в конце рукописи под заглавием «Литература». Библиографические описания в этом списке литературы оформляются в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008.

10. **К рукописи статьи прилагается экспертное заключение** о возможности публикации статьи в открытой печати, заверенное подписью и печатью.

11. Издание осуществляет рецензирование и проверку на антиплагиат всех поступающих в редакцию материалов с целью их экспертной оценки. Все рецензенты являются признанными специалистами по тематике рецензируемых материалов. К рецензированию могут привлекаться члены Редакционной коллегии.

12. Редакция издания направляет авторам представленных материалов копии рецензий или мотивированный отказ, а также обязуется направлять копии рецензий в Министерство образования и науки Российской Федерации при поступлении в редакцию сборника соответствующего запроса.

Рукописи, не соответствующие указанным требованиям, редакцией не рассматриваются.

13. Все публикации в сборнике бесплатные. Авторские экземпляры научных сборников заказываются за плату.

14. Полные тексты статей сборника публикуются с отставанием на 12 мес. с момента выхода из печати и находятся в свободном доступе на сайте ВИНИТИ РАН (Раздел «Издания и продукты»). – URL: <http://www.viniti.ru/products/publications/pub-12187#issues>.

15. Полное содержание журнала и метаданные статей (по мере выхода) находятся в свободном доступе на сайте НЭБ. – URL: <http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1367223>