



# **ТИХОМИРОВСКИЕ ЧТЕНИЯ**

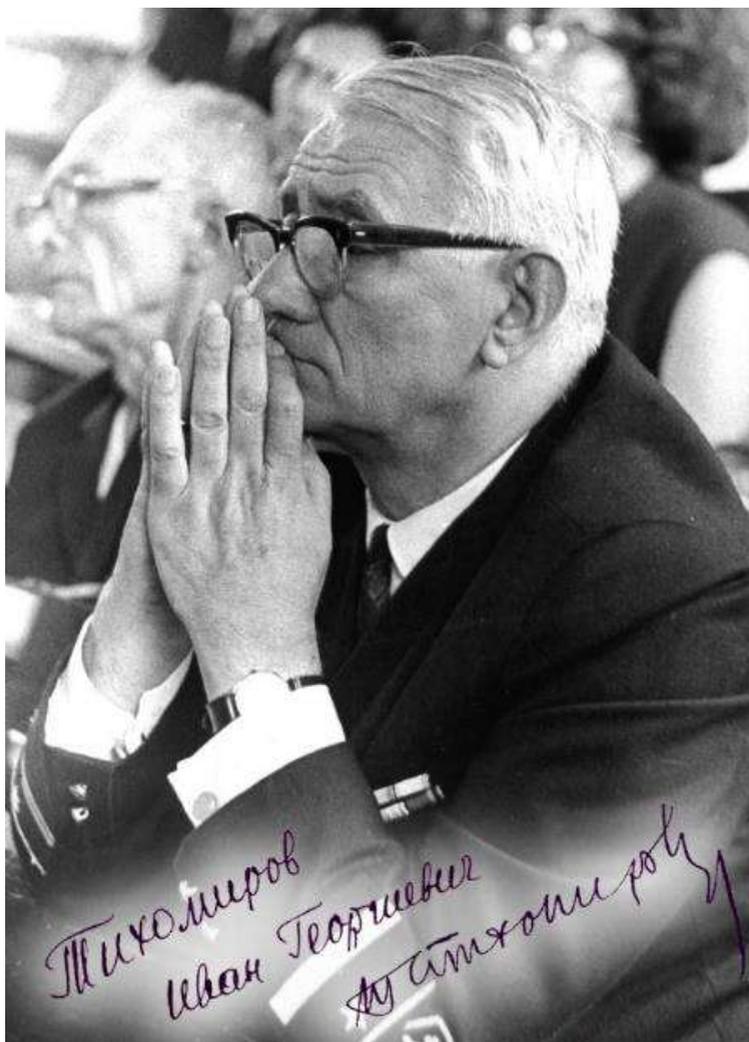
**Инновационные  
технологии  
перевозочного  
процесса**

**Материалы  
Международной  
научно-  
практической  
конференции**

**2019**



*Основателю белорусской научной школы эксплуатационников  
заслуженному деятелю науки и техники БССР,  
доктору технических наук, профессору  
ТИХОМИРОВУ Ивану Георгиевичу посвящается*



МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра управления эксплуатационной работой и охраны труда

# ТИХОМИРОВСКИЕ ЧТЕНИЯ: ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА

Материалы Международной научно-практической конференции  
(Гомель, 30 ноября 2018 г.)

*Под общей редакцией А. А. ЕРОФЕЕВА*

Гомель 2019

УДК 656.224/.225

ББК 39.29

T46

Редакционная коллегия:

*А. А. Ерофеев* (отв. редактор), *В. Н. Шубадеров* (зам. отв. редактора),  
*В. Г. Кузнецов* (отв. секретарь), *П. М. Дулуб*, *В. А. Шаров*, *А. Г. Котенко*,  
*А. И. Кириченко*, *Т. В. Бутько*, *В. Н. Зубков*, *А. С. Молгаждаров*,  
*Н. Н. Казаков*, *В. Я. Негрей*, *А. К. Головнич*, *И. А. Еловой*,  
*Н. П. Берлин*, *С. А. Пожидаев*

Рецензенты:

заведующий кафедрой «Транспортные системы и технологии»  
д-р техн. наук, доцент *С. А. Рынкевич* (БНТУ), заместитель начальника  
службы перевозок Белорусской железной дороги *В. В. Лавицкий*

*Печатается по решению Программного комитета конференции*

**Тихомировские чтения:** Инновационные технологии перевозочно-  
Т46 го процесса : материалы Междунар. науч.-практ. конф. / М-во трансп. и  
коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. ; под общ.  
ред. А. А. Ерофеева. – Гомель : БелГУТ, 2019. – 175 с.

ISBN 978-985-554-888-2

Рассмотрены вопросы по актуальным направлениям транспортной деятельности: управление эксплуатационной работой на железнодорожном транспорте в современных условиях; инновационные технологии в перевозочном процессе; интеллектуальные системы в управлении транспортными процессами; управление надежностью, безопасностью, рисками на железнодорожном транспорте; проблемы и перспективы развития информационных технологий железнодорожного транспорта; проблемы взаимодействия видов транспорта.

Для научных работников, преподавателей, магистрантов, аспирантов и студентов транспортных вузов, а также инженерно-технических работников транспорта.

УДК 656.224/.225

ББК 39.29

ISBN 978-985-554-888-2

© Оформление. БелГУТ, 2019

## СОДЕРЖАНИЕ

### ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

<i>Кулаженко Ю. И.</i> Роль университетской научной школы в развитии транспорта....	6
<i>Кузнецов В. Г., Пищик Ф. П.</i> Научное наследие профессора Ивана Георгиевича Тихомирова .....	9
<i>Ерофеев А. А.</i> Интеллектуальное управление перевозочным процессом .....	13
<i>Казаков Н. Н.</i> Перспективы интеграции среднего специального и высшего транспортного образования .....	16
<i>Федоров Е. А.</i> Применение процессного подхода к прокладке грузовых поездов на основе плана формирования .....	20
<i>Сладкевич А. Н.</i> Практика внедрения инновационных технологий в организацию перевозочного процесса .....	24
<i>Негрей В. Я.</i> Энергоэффективность перевозочного процесса .....	29
<i>Еловой И. А., Осипенко Л. В.</i> Теория и практика формирования тарифов железнодорожного транспорта .....	32
<i>Гизатуллина В. Г.</i> Развитие системы калькулирования расчетов на Белорусской железной дороге .....	35
<i>Ходжанепесов К. А., Головнич А. К.</i> Перспективы эффективного взаимодействия различных видов транспорта на международных транспортных коридорах Великого шелкового пути .....	37
<i>Кириченко А. И., Приймак А. А.</i> Информационные системы железной дороги при оценке качества доставки грузов .....	40
<i>Бочков К. А., Рязанцева Н. В., Комнатный Д. В.</i> Оценка и прогнозирование устойчивости микроэлектронных систем железнодорожной автоматики и телемеханики к воздействию электромагнитных атак .....	42

### СЕКЦИОННЫЕ ЗАСЕДАНИЯ

<i>Абрамчук А. П.</i> Опыт создания и работы объединенной станции Лида .....	46
<i>Аксёничков А. А.</i> Значение структуры и функционального взаимодействия подсистем станции передачи вагонов в организации эксплуатационной работы .....	49
<i>Власюк Т. А.</i> Гравитационные модели взаимодействия города и пассажирского железнодорожного транспорта.....	52
<i>Григорьев С. В.</i> Система формирования актуального расписания движения поездов на Белорусской железной дороге .....	57
<i>Григорьев С. В., Чумаков В. М.</i> Использование АС «Отраслевые атласы БелЖД» для создания объектно-ориентированной модели Белорусской железной дороги с учетом пространственной и технологической увязки объектов между собой .....	60
<i>Головнич А. К., Малков И. Г.</i> Компьютерное макетирование интегрированного проекта развития города и железнодорожной станции .....	63

<i>Дралова И. П.</i> Перспективы внедрения геоинформационных систем на железнодорожном транспорте.....	67
<i>Дралова И. П., Сырова Н. С.</i> Геодезические методы при осуществлении цифрового моделирования пути при проектировании, строительстве и эксплуатации железных дорог.....	70
<i>Иванчин С. Ю., Иванчина О. В.</i> Меры по повышению пропускной способности в период ремонтных работ.....	73
<i>Казаков Н. Н., Крук Т. С.</i> Зависимость экономической привлекательности региона от эффективности логистики.....	76
<i>Кекиш Н. А., Гончар М. А.</i> Разработка инновационной системы поддержки принятия решений по пассажирским перевозкам.....	79
<i>Козлов В. Г.</i> Развитие информационного обеспечения системы организации вагонопотоков.....	82
<i>Кузнецов В. Г., Бик-Мухаметова О. И.</i> Методические подходы к планированию парков поездных локомотивов в грузовом движении.....	86
<i>Кузнецов В. Г., Редько Л. А.</i> Информационное обеспечение пассажиров при выполнении поездки железнодорожным транспортом.....	89
<i>Кузнецов В. Г.</i> Оперирование вагонным парком на железной дороге: перспективы развития.....	92
<i>Лавицкий В. В.</i> Применение логистических подходов к организации обслуживания клиентов на Белорусской железной дороге посредством системы организованных (клиентских) поездов.....	95
<i>Литвинова И. М., Козлов В. Г.</i> Информационно-аналитическая модель распределения сортировочной работы на станциях Белорусской железной дороги.....	99
<i>Малиновский Е. В., Петрачков С. А.</i> Состояние и основные тенденции развития контейнерных перевозок в мире.....	102
<i>Михальченко А. А.</i> Использование кластерных исследований устойчивости работы транспортной системы.....	105
<i>Нестеренко Г. И., Музыкин М. И., Авраменко С. И.</i> Аспекты развития комбинированных перевозок.....	108
<i>Осотова Ю. А.</i> Оценка сервиса транспортно-логистических центров в Республике Беларусь.....	112
<i>Панюшенко В. Н.</i> Опыт совершенствования технологий работы ЦУМР Минского отделения Белорусской железной дороги.....	115
<i>Папахов А. Ю., Вернигора Р. В., Огороков А. М., Цупров П. С.</i> Экономико-математическое моделирование перспективного развития международных транспортных коридоров.....	118
<i>Папахов А. Ю., Огороков А. М., Вернигора Р. В.</i> Оперативное управление перевозками в условиях введения жесткого графика движения грузовых поездов.....	121
<i>Пасичный А. Н.</i> Параллельные ходы железных дорог и подходы к решению задачи рационального распределения поездопотоков между ними.....	125
<i>Переplавченко Е. М.</i> Унификация схем путевого развития и технического оснащения станций.....	127
<i>Пожидаев С. А., Дорошко С. В.</i> Повышение эффективности и безопасности при организации сортировочной работы на станциях.....	131

---

<i>Потылкин Е. Н.</i> Соотношение размеров парков частных и инвентарных вагонов на железнодорожных путях необщего пользования.....	135
<i>Рыбалкин Е. В.</i> Системный подход к вопросам совершенствования транзитных перевозок в сообщении Восток – Запад – Восток.....	139
<i>Сидорович Ю. С.</i> Оценка энергоэффективности графика движения поездов на Белорусской железной дороге.....	144
<i>Страдомская А. А.</i> Функциональные возможности автоматизированного рабочего места «Увязка локомотивов».....	146
<i>Страдомский М. Ю.</i> Основы расчета потребного эксплуатируемого парка поездных локомотивов грузового движения на оперативный (краткосрочный) период планирования.....	149
<i>Стрелко О. Г., Кириченко А. И., Бердниченко Ю. А.</i> Контейнерные перевозки железными дорогами Украины: потенциал и тенденции развития.....	152
<i>Терещенко Е. А.</i> Перспективы исследования проблемы секционирования сортировочных путей.....	154
<i>Терещенко О. А.</i> Совершенствование системы оперативного планирования местной работы в ЦУП и ЦУМР.....	156
<i>Филатов Е. А.</i> Повышение эффективности конструкций путевых структур для выполнения маневровой работы.....	160
<i>Фёдоров Е. А., Терещенко О. А., Литвинова И. М., Сидорович Ю. С.</i> Совершенствование системы категорирования железнодорожных участков Белорусской железной дороги.....	163
<i>Чижонок В. Д.</i> Приоритеты развития логистических систем.....	166
<i>Чижонок В. Д.</i> Совершенствование структуры управления транспортом в Республике Беларусь.....	169
<i>Шкрыль А. Ю.</i> Целевые интересы участников рынка вагонов на железнодорожном транспорте Республики Беларусь.....	172

## ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

---

УДК 001.8:656.2

### РОЛЬ УНИВЕРСИТЕТСКОЙ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ В РАЗВИТИИ ТРАНСПОРТА

*Ю. И. КУЛАЖЕНКО*

*УО «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель*

Транспортный комплекс Республики Беларусь является наукоемкой отраслью экономики. Современные требования транспортного рынка возможно обеспечить на основе обновления и модернизации инфраструктуры, подвижного состава, систем управления и внедрения инновационных технологий перевозки грузов и пассажиров.

Большая часть транспортной деятельности находится в конкурентном сегменте экономики. Транспортный комплекс Республики Беларусь активно интегрируется в международные схемы товародвижения, маршрутные схемы поездок пассажиров. Для обеспечения международного уровня качества перевозок, конкуренции необходимо разрабатывать и предоставлять клиентам, партнерам новые пакеты услуг, технологии взаимодействия.

Вузовская наука играет важную роль на рынке инноваций. Имея высокий научный потенциал, владея профессиональными знаниями организации транспортных процессов, сотрудничая с транспортными организациями, проектными институтами, ученые университета способны и должны конвертировать свои знания в фундаментальные и прикладные решения для транспорта.

С момента образования и до наших дней Белорусский государственный университет транспорта (УО «БелГУТ») занимает ведущие позиции, как в сфере предоставления образовательных услуг, так и проведении научных исследований. Научно-исследовательская и инновационная деятельность является приоритетной и имеет системный характер.

В составе УО «БелГУТ» работает научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта (НИИЖТ), в состав которого входят 13 научно-исследовательских центров и научно-исследовательских лабораторий. В выполнении НИОКР участвуют около 500 человек, в том числе

более 150 человек профессорско-преподавательского состава, аспиранты, магистры, студенты. БелГУТ имеет значительный потенциал, который позволяет проводить практически любые научно-исследовательские работы в области транспорта.

Основным научным потенциалом университета являются научные кадры. Важнейшей формой подготовки высококвалифицированных научных кадров является научная школа. Многолетние научные исследования позволили сформировать в БелГУТе 13 научных школ по разным направлениям: экономика, архитектура, проектирование и строительство, надежность транспортных объектов, трибофатика, математические исследования, механика, подвижной состава и другие.

Одной из старейших научных школ является школа в области систем управления железнодорожными перевозками, основателем которой стал доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники БССР Иван Георгиевич Тихомиров.

Возглавив в 1956 году кафедру «Управление эксплуатационной работой» (УЭР), профессор И. Г. Тихомиров объединил вокруг себя творческую молодежь – выпускников многих институтов инженеров железнодорожного транспорта СССР. Творческая атмосфера позволила за 15 лет создать собственную научную школу и получить новую плеяду ученых: П. С. Грунтов, Л. П. Тулупов, В. А. Буянов, Н. В. Правдин, В. П. Ярошевич, П. А. Шульженко, П. Б. Муха, О. П. Гораев, Е. И. Симашук, В. А. Захаров, В. П. Казанцев, Ф. П. Пищик и многие другие.

На протяжении 60 лет сформировались основные научные направления школы:

- разработка прогрессивных технологий работы железнодорожных станций, участков, направлений;
- совершенствование системы планирования, оперативного управления и анализа грузовых и пассажирских перевозок;
- оптимизация системы организации вагонопотоков;
- автоматизация и интеллектуализации процессов оперативного управления эксплуатационной работой;
- технико-экономическая оценка использования и увеличения пропускных способностей железнодорожной инфраструктуры и оценка потребности в ресурсах;
- разработка систем управления безопасностью в сфере перевозочного процесса для железных дорог;
- разработка логистических технологий и технологических процессов перевозки грузов на железнодорожном транспорте.

Одним из важных факторов успеха школы И. Г. Тихомирова является целевая направленность научной деятельности на производство, потребности

железнодорожного транспорта. Исследования ученых всегда носили фундаментальный характер. Это разработка типовой технологии работы сортировочных и участковых железнодорожных станций, методология этапного усиления провозных и пропускных способностей железнодорожных линий, теоретические основы создания центров управления перевозками на железных дорогах, создание теории эксплуатационной надежности железнодорожных станций и обеспечения безопасности перевозочного процесса и многие другие.

Развитию научной школы способствовала работа при кафедре на протяжении 50 лет научно-исследовательской лаборатории (НИЛ), которая является источником педагогических кадров для процесса подготовки студентов. Сегодня основные исследования проводятся в рамках деятельности НИЛ «Управление перевозочным процессом» (научный руководитель – канд. техн. наук, доцент А. А. Ерофеев).

Приоритет ученых кафедры – взаимодействие с производством и прежде всего Белорусской железной дорогой. Ученые кафедры «УЭР и ОТ» совместно с железной дорогой решают многие сложные задачи по совершенствованию технологии работы объектов инфраструктуры, интеллектуализации управленческих процессов, структурному преобразованию процессов управления, созданию нормативно-технического поля организации перевозочного процесса.

Результаты исследований ученых научной школы представлены в 20 госбюджетных темах, более 300 научно-прикладных работ по заказу предприятий железнодорожного транспорта и министерств, 15 специализированных сборников научных трудов, а также опубликовано более 500 статей и монографий.

Связь с производством явилась залогом успехов кафедры в образовательной сфере. На кафедре «УЭР и ОТ» внедрены технологии сквозного обучения студентов, начиная с момента преподавания первых дисциплин, которые позволяют персонализировать подготовку, активно используется и обновляется лабораторная база, которая позволяет моделировать практически все ответственные процессы управления движением поездов и работой железнодорожных станций, в учебном процессе используются научные разработки, внедренные на Белорусской железной дороге, работают филиалы кафедры на станции Гомель и Гомельском отделении, организовано прохождение практики студентами на объектах по всей территории железной дороги.

Опыт работы научных школ БелГУТа и других вузов показывает, что целями и задачами инновационного развития научного сегмента транспортного комплекса являются формирование баланса исследований и разработок, обеспечивающих технологическую модернизацию транспортного комплекса Беларуси и повышение его конкурентоспособности.

Взаимодействие транспортного комплекса Республики Беларусь с вузовской наукой должно развиваться по следующим ключевым направлениям:

– анализ состояния и прогноз развития рынка транспортных услуг на региональном, национальном и международном уровнях, адаптация международного опыта для условий Республики Беларусь;

– интеллектуальная разработка и сопровождение инновационных проектов, обеспечивающих развитие транспортной системы, создание условий для ее интеграции в международную транспортную систему Евразийского экономического пространства, повышение уровня транспортного обеспечения экономики Республики Беларусь;

– научно-практическая деятельность, направленная на внедрение инновационных проектов в транспортных организациях Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь.

---

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

■ Кулаженко Юрий Иванович, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», ректор, д-р физ.-мат. наук.

УДК 001.8:656.2

## **НАУЧНОЕ НАСЛЕДИЕ ПРОФЕССОРА ИВАНА ГЕОРГИЕВИЧА ТИХОМИРОВА**

*В. Г. КУЗНЕЦОВ, Ф. П. ПИЩИК*

*УО «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель*

Иван Георгиевич Тихомиров, заслуженный деятель науки и техники БССР, доктор технических наук, профессор является одним из крупнейших учёных в области эксплуатации железнодорожных систем. В транспортной науке он известен по своим трудам, инженерной, научной и педагогической деятельности, которые стали фундаментом становления науки об эксплуатации железных дорог.

За свою педагогическую и научную жизнь он подготовил более четырех с лишним тысяч специалистов для железнодорожного транспорта. Более тысячи студентов-дипломников прошли у него консультацию и получили звание инженеров. Из числа его аспирантов 19 человек успешно защитили свои кандидатские диссертации, у 35 соискателей кандидатских и докторских степеней профессор И. Г. Тихомиров был научным оппонентом или рецензентом высшей аттестационной комиссии. Под его общим научным руководством двое из его учеников успешно защитили докторские диссертации.

Профессором И. Г. Тихомировым опубликовано около 150 работ, которые являются научными разработками, изданными в книгах-монографиях, учебных пособиях, брошюрах, статьях научно-технических журналов. Кроме этого, более 20 научно-технических статей опубликованы в газете «Гудок». Он автор многих научных отчётов-докладов по разработанным и исследованным проблемам совершенствования эксплуатационной работы железных дорог, с которыми он выступал на сетевых, дорожных и вузовских научно-технических конференциях. Ряд научных трудов профессора И. Г. Тихомирова переведён на иностранные языки и изданы большими тиражами за рубежом.

Научные исследования И. Г. Тихомирова всегда отвечали потребностям транспорта. В 1929 году на основе обобщения практики работы по составлению графиков движения поездов и совершенствования их выполнения на Ташкентской железной дороге им была впервые разработана теория станционных интервалов как основных элементов графика и практика его составления. Эта теория в последующим была использована в методиках построения графика движения поездов различных типов.

В 1930 году он был одним из организаторов внедрения в практику работы сортировочных станций СССР диспетчерского метода руководства их работой. Станция Оренбург была второй (после Лосиноостровской), где было введено диспетчерское командование работой по программе и плану, разработанному руководителем бригады отдела труда службы движения Ташкентской железной дороги инженером И. Г. Тихомировым.

В 1929–1934 годах инженером И. Г. Тихомировым была разработана теория расчета коэффициента съёма пассажирских поездов. Эта теория раскрыла природу съёма пропускной способности из-за прокладки на графике пассажирских поездов. Время съёма было разделено на две части: основную и дополнительную. Этим было показано, что при рациональной прокладке пассажирских поездов на графике вовсе не надо снимать с графика 1,5–2 грузовых поезда на каждый пассажирский, как было принято. Основной коэффициент съёма может быть доведён всего до 0,6–0,7 грузового поезда, а всякое значение больше этой величины – это дополнительная часть съёма, зависящая уже от качества построения графика. Эта теория, в дальнейшем развитая и дополненная другими исследователями, в основе своей сохранилась и до настоящего времени.

В период 1933–1935 годов И. Г. Тихомировым была впервые разработана теория безостановочных скрещений поездов на однопутных линиях при удлинённых раздельных пунктах и двухпутных вставках при введении автоблокировки. Эта проблема была успешно решена профессором И. Г. Тихомировым в его кандидатской диссертации «Выбор наивыгоднейших типов раздельных пунктов однопутной линии при автоблокировке» и опубликована затем в монографии «Этапность перехода от однопутной линии к двухпутной». Научные исследования и разработки профессора И. Г. Тихо-

мира по безостановочным скрещениям на удлинённых раздельных пунктах и двухпутных вставках при автоблокировке до сих пор являются основой теории этой актуальной проблемы.

Многолетняя работа профессора И. Г. Тихомирова в области совершенствования технологии сортировочных станций и их проектирования привела к созданию (совместно с другим крупным исследователем в этой области – профессором А. И. Платоновым) теории взаимодействия в технологии сортировочных станций.

Научные исследования профессора И. Г. Тихомирова позволили создать теорию технологических процессов станций, теорию взаимодействия элементов станций между собой, прилегающими участками и графиком движения и добиться значительных производственных успехов в совершенствовании работы сортировочных станций. На эту тему была разработана и докторская диссертация, успешно защищённая в МИИТе в 1953 году. В последующем, с использованием ЭВМ и математических методов она получила разное развитие, а в учебнике по «Организации движения на железнодорожном транспорте» впервые была включена новая глава курса «Основы ритмичности и взаимодействия в технологии сортировочной станции».

Работая над совершенствованием технологии сортировочных станций, профессор И. Г. Тихомиров предложил для проектирования и сооружения новый тип односторонней сортировочной станции с объединёнными для направлений парками приёма и отправления поездов. Эта схема обеспечивает поточность в технологии, лучшее использование технических средств (путей, горки, механизмов) и лучшую автоматизацию процессов. С дополнениями других исследователей схема была включена как типовая в «Технические условия проектирования станций», утверждённые МПС.

На основе анализа и обобщения передового опыта работы сортировочных станций сети профессором И. Г. Тихомировым была предложена и теоретически обоснована весьма прогрессивная технология работы двухпутных сортировочных горок: роспуск одновременно двух составов с горки. Эта технология и её теоретическое обоснование были опубликованы в книге «Основы технологического процесса работы сортировочных станций» (изд. «Трансжелдориздат», 1952 г.).

В БелИИЖТе профессором И. Г. Тихомировым была создана научная школа, которая успешно проводила научные и практические изыскания в области организации движения поездов. В этой школе сформировались такие ученые, как профессора П. С. Грунтов, П. А. Сыцко, В. А. Буянов, Л. П. Тулупов, В. П. Ярошевич, доценты П. А. Шульженко, В. Е. Ярмоленко, А. В. Невзоров, П. Б. Мухо, О. П. Гораев, Е. П. Юшкевич, Л. Н. Щенников, Ю. В. Былинский и многие другие.

Заведуя около пятнадцати лет кафедрой «Эксплуатация железных дорог» БелИИЖТа, профессор И. Г. Тихомиров создал на общественных началах с

коллективом своей кафедры учебное пособие «Организация движения на железнодорожном транспорте». Эта фундаментальная работа стала полезна не только в БелИИЖТе, но и во всех вузах железнодорожного транспорта. Первое издание её вышло в свет в 1962 году в Минске. В 1969 году этот труд был дополнен, переработан и затем утверждён ГУУЗом МПС в качестве учебного пособия для всех вузов железнодорожного транспорта, а в 1979 вышло третье издание, состоящие из двух частей.

Под руководством профессора И. Г. Тихомирова учениками его научной школы подготовлено два капитальных труда: «Технология работы участковых и сортировочных станций», выпущенный в 1966 и 1973 годах в издательстве «Транспорт», а также с привлечением крупных специалистов Белорусской железной дороги – «Интенсификация использования подвижного состава и перевозочной мощности железных дорог», выпущенный в 1968 и 1977 годах в издательстве «Транспорт». Эти труды имеют актуальное значение и в настоящее время.

Профессор И. Г. Тихомиров преподавал начиная с 1929 года в десяти среднетехнических и пяти высших учебных заведениях СССР и в двух институтах за границей. Профессор И. Г. Тихомиров был частью научного сообщества и активно взаимодействовал с научными школами НИИЖТа (ВНИИЖТа), МИИТа, ЛИИЖТа, а также поддерживал активные творческие контакты с ведущими учеными СССР: профессорами И. И. Васильевым, А. Д. Каретниковым, К. А. Бернгардом, А. П. Петровым, Ф. П. Кочневым, А. К. Угрюмовым, В. В. Повороженко, А. И. Платоновым и др.

БелГУТ дорожит творческим наследием профессора И. Г. Тихомирова и считает приоритетной задачей развитие его фундаментальных разработок в научной и образовательной сферах.

### Список литературы

1 Пищик, Ф. П. Ученый – основоположник эксплуатационной науки / Ф. П. Пищик // Вестник Белорусского государственного университета транспорта: Наука и транспорт. – 2015. – № 2 (30). – С. 132–142.

2 Профессор Тихомиров Иван Георгиевич. Годы жизни: краткое библиографическое издание, посвященное 100-летию со дня рождения. – Гомель : БелГУТ, 1999. – 18 с.

---

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

- Кузнецов Владимир Гаврилович, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», доцент кафедры «Управление эксплуатационной работой и охрана труда», канд. техн. наук;
- Пищик Федор Платонович, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», доцент кафедры «Управление эксплуатационной работой и охрана труда», канд. техн. наук.

УДК 004.89:656.225

## **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПЕРЕВОЗОЧНЫМ ПРОЦЕССОМ**

*А. А. ЕРОФЕЕВ*

*УО «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель*

Традиционно проблематику управления транспортом принято рассматривать в рамках теорий систем, менеджмента, кибернетики и автоматического регулирования. Такие подходы характерны и для железнодорожного транспорта. В работах ученых научной школы И. Г. Тихомирова такие подходы использовались при оптимизации процессов взаимодействия на железнодорожных станциях, направлениях, реструктуризации оперативного управления и создания центров управления перевозками (ЦУП) и ряда других комплексных задач.

В соответствии с методологией менеджмента, управление – это процесс прогнозирования, планирования, организации, мотивации, координации и контроля, необходимый для того, чтобы сформулировать и достичь цели организации [1]. Уильям Эшби, используя теоретический аппарат кибернетики, математически доказал, что заданная цель управления достижима не при любых начальных условиях. Согласно «принципу необходимого разнообразия», управляющая система должна обладать не меньшим разнообразием состояний, чем управляемая, чтобы иметь возможность активного воздействия на последнюю: только разнообразие может управлять разнообразием [2]. В целом можно выделить несколько подходов к пониманию сути управления:

- управление как организация производственной деятельности, где главную роль играет технология;
- управление как движение информации от входа системы к выходу, превращение ее из исходной в командную;
- управление как единство управляемой и управляющей подсистем с отлаженной обратной связью;
- управление как специфический вид деятельности, возникший как потребность и необходимое условие успешной деятельности.

Традиционно на транспорте развитие систем управления реализуется через информатизацию и автоматизацию. Однако информационные системы (ИС) и автоматизированные системы управления (АСУ) в процессе функционирования не только собирают, но и упрощают исходный информационный массив. Их деятельность направлена на подготовку информации в соответствии с заданным шаблоном и, как правило, последующее

представление агрегированной информации человеку для принятия управленческих решений. Такие подходы эффективны, когда решается ограниченный перечень типовых задач по заранее установленным критериям. Однако в условиях, когда появляется необходимость решения нетривиальных задач при неопределенных критериях оптимальности, решение задач в условиях дефицита времени на принятие решений и большого массива исходных данных, эффективность ИС и АСУ существенно снижается.

Логическим развитием ИС и АСУ являются интеллектуальные системы управления (ИСУ), архитектура которых ориентирована не только на обработку больших массивов информации, но и на решение задач в такое короткое время, которое для человеко-машинных систем недостижимо. ИСУ не только помогают в принятии решений, но и сами формируют решения в тех областях, в которых компетенций конкретного пользователя недостаточно. Таким образом, ИСУ обеспечивают преодоление информационных барьеров и позволяют получить ответы на задачи, которые при помощи традиционных инструментов управления являются нерешаемыми. К сфере применения ИСУ можно отнести следующие группы задач:

- для задач неизвестен алгоритм решения и на основании имеющихся данных необходимо сформировать новый решатель задач (такие задачи принято называть интеллектуальными);

- помимо цифровых данных при решении необходимо использовать неформализованные или слабо формализованные исходные данные (например, плохие погодные условия для выполнения грузовых операций, низкая квалификация локомотивной бригады и др.);

- решение задач требует использования нетрадиционного математического аппарата (когнитивная логика, мягкие вычисления и др.);

- необходимо найти управленческое решение (или варианты управленческих решений) в условиях неопределенности, неполных или недостаточно достоверных исходных данных (разработка суточного плана грузовой работы при неполном массиве заявок на погрузку и неизвестной категории годности вагонов);

- в качестве критерия эффективности управленческого решения выступает новый критерий или группа критериев, которые в исходных алгоритмах не использовались.

Кроме того, одним из отличий ИСУ является использование при разработке управленческих решений в заранее описанных правилах по сравнению с ИС и АСУ, в которых используются заданные критерии [3]. Отличаться будет и оценка качества управления. В дополнении к традиционной оценке эффективности управления (оценка результата), для ИСУ следует оценивать управленческие действия, средства реализации (оценка действий) и эффективность состава, структуры, и количества элементов в системе управления (оценка структуры).

При решении задач управления перевозочным процессом можно выделить следующие их типы: диагностика, мониторинг, проектирование, прогнозирование, планирование, контроль, анализ, поддержка принятия решений, обучение, распознавание, интерпретация данных. Последовательное сочетание указанных задач позволяет сформировать решатель для управления сложными системами (станцией, диспетчерским кругом, ЦУП и др.). Однако даже для задач одного типа не всегда возможно выделить один вид имитации интеллектуальной деятельности. Например, процедура оперативного планирования поездной работы включает решение задач в условиях неопределенности, мягкие вычисления, применение генетических алгоритмов, а также возможно использование не установленных ранее критериев. Системы, в которых используется более одного вида имитации деятельности, принято называть гибридными интеллектуальными системами (ГБИС) [4].

Применение ИСУ на транспорте требует новых подходов и к описанию архитектуры системы. В дополнение к базе данных необходимо формирование базы знаний и базы правил. А при описании информационных моделей требуется использовать онтологический подход, который позволяет не только описывать характеристики объектов и элементов системы, но и формировать семиотические модели. Семиотическая модель основывается на формальной модели, задаваемой четверткой [5]:

$$M = (T, P, A, S), \quad (1)$$

где  $T$  – множество базовых элементов;  $P$  – синтаксические правила;  $A$  – система аксиом;  $S$  – семантические правила, а также формальной модели  $L$ , называемой *интерпретированной формальной моделью*,

$$L = (Z, D, H, V), \quad (2)$$

где  $Z$  – множество интерпретируемых значений;  $D$  – правила отображения, которые дают отображения  $T \rightarrow Z$  и обратное  $Z \rightarrow T$ , т.е. приписывает каждому отображению  $T$  некоторое интерпретирующее отображение;  $H$  – правила отображения;  $V$  – правила интерпретации, позволяющие приписывать любой синтаксически правильной совокупности базовых элементов некоторое интерпретирующее значение. Тогда *семиотическая модель*  $C$  описывается следующей четверткой:

$$C = (M, \chi T, \chi P, \chi A, \chi S), \quad (3)$$

где  $\chi T, \chi P, \chi A, \chi S$  – соответственно правила изменения  $T, P, A, S$ .

Использование семиотической модели *С* в отличие от формальных моделей позволяет в процессе ситуационного управления изменять все элементы формальной модели *Т, Р, А, П* и благодаря этой способности строить модели для текущих ситуаций соответствующих эксплуатационной обстановке.

### Список литературы

- 1 **Мескон, М.** Основы Менеджмента / Майкл Мескон, Майкл Альберт, Франклин Хедоури; пер. Л. И. Евенко. – М. : Дело, 1997. – 704 с.
- 2 **Эшби, У. Р.** Схема усилителя мыслительных способностей / У. Р. Эшби // В кн.: Автоматы; пер. с англ. – М. : Иностранная литература, 1956. – 285 с.
- 3 **Розенберг, И. Н.** Интеллектуальное управление транспортными системами / И. Н. Розенберг // Государственный советник. – № 3. – 2016. – С. 26–32.
- 4 **Колесников, А. В.** Гибридные интеллектуальные системы: Теория и технология разработки / А. В. Колесников – СПб. : Изд-во СПбГТУ, 2001. – 711 с.
- 5 **Erofeev, A. A.** Intelligent management of the railway transportation process: object model / **A. A. Erofeev, H. A. Erofeeva** // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем : материалы Междунар. науч.-техн. конф. / редкол. В. В. Голенков [и др.]. – Минск : БГУИР, 2017. – С. 281–284.

---

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

■ Ерофеев Александр Александрович, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», проректор по научной работе, канд. техн. наук

УДК 378.1:656.2

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИНТЕГРАЦИИ СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО И ВЫСШЕГО ТРАНСПОРТНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

*Н. Н. КАЗАКОВ*

*УО «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель*

В настоящее время развитие системы профессионального образования в Республике Беларусь характеризуется ростом важности интеграционных процессов, отражающих глобальные тенденции формирования мирового образовательного пространства. Несмотря на то, что интеграционные процессы наблюдаются во всех сферах экономики страны, в исследованиях последних лет подчеркивается идея о необходимом условии опережающего развития интеграции сферы образования для ускорения этих процедур.

Широко известным фактом является и то, что для обеспечения устойчивого развития экономического региона его транспортная система должна

развиваться опережающими темпами. Таким образом, широкие перспективы интеграционных процедур в системе транспортного образования предписаны вектором развития экономики нашей страны.

Следует отметить, что интеграция – это понятие теории систем, означающее состояние связанности отдельных дифференцированных частей в целом, характеризующееся укреплением корреляционных связей, а также процесс, ведущий к описанному состоянию. Таким образом, в сфере образования можно выделить множество интеграционных процедур по каждому отдельному направлению подготовки специалистов.

В соответствии с расхожим определением, профессиональное образование – процесс и результат профессионального становления и развития личности обучающегося, сопровождающийся овладением установленными компетенциями по конкретным специальностям и профессиям. Таким образом, обозримые границы интеграции профессионального образования начинаются с уровня общего среднего образования и заканчиваются на уровне дополнительного образования взрослых.

Для транспортного комплекса Республики Беларусь такая система представляет из себя модули школьной подготовки, подготовки по программам среднего специального образования, подготовки по программам двух ступеней высшего образования и дополнительного образования взрослых, где в качестве входящих и выходящих потоков выступают компетенции специалиста-транспортника, требуемые для определенной профессии на предприятиях-заказчиках кадров. В такой системе вариаций соединения модулей несколько, но в ее основе лежит вектор развития компетенций специалиста-транспортника, определяемый кадровой политикой предприятия.

В данной работе в качестве объекта исследования выступает система профессиональной подготовки на двух уровнях транспортного образования: среднего специального и высшего. В основе интеграционных процедур рассматриваемой образовательной системы лежит укрепление корреляции горизонтальных и вертикальных связей.

Интеграция системы транспортного образования по вертикали основана на углублении у обучающегося всех форм компетенций. Подготовка по такой модели интеграции направлена на формирование у специалиста самостоятельности в решении организационных и управленческих задач, а ее результатом является постепенное повышение уровня квалификации будущего специалиста-транспортника в процессе обучения.

Интеграция системы по горизонтали основывается на расширении профиля специалиста, а также на получении им более серьезной общепрофессиональной и общеобразовательной подготовки, обеспечивающей мобильность в профессиональной деятельности специалиста-транспортника.

С такой характеристикой модели транспортного образования становится очевидной необходимость развития интеграционных процессов как по системе вертикальных, так и горизонтальных связей. Аспекты вертикальной и горизонтальной интеграции проявляются в расширении взаимодействия образовательных учреждений различных типов, в развитии преемственности образовательных программ различных уровней на основе координации содержания всех этапов профессиональной подготовки специалиста.

Охарактеризованная модель интеграции среднего специального и высшего образования находит отражение в создании в регионах университетских комплексов. Показательным примером вертикальной и горизонтальной интеграции в сфере транспортного образования Республики Беларусь является учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта», который можно классифицировать как многопрофильный образовательно-научно-производственный комплекс, в состав которого входит университет с филиалами – колледжами железнодорожного транспорта в городах Гомель, Орша и Брест, Институт повышения квалификации и переподготовки руководителей и специалистов транспортного комплекса, а также Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта и другие научно-производственные структуры.

Интеграция подготовки специалистов железнодорожного транспорта, реализованная в университете, позволяет развивать заочную форму подготовки в сокращенные сроки обучения по интегрированным программам среднего специального и высшего образования. Учитывая, что сегодня на предприятиях ГО «Белорусская железная дорога» достаточно высока доля работников, имеющих среднее специальное образование, такая форма подготовки будет востребована и в перспективе.

Согласно основной концепции интеграции, сокращение сроков обучения обусловлено четырьмя основными факторами:

- непрерывностью подготовки в рамках одного учреждения образования, имеющего лицензию на проведение обучения по программам среднего специального и высшего образования;
- использованием единого коллектива профессорско-преподавательского состава учреждения образования при подготовке по программам среднего специального и высшего образования;
- возможностью развивать сферы применения сокращенных сроков обучения;
- исключением дублирования в программах среднего специального и высшего образования.

Важно отметить, что слияние программ среднего специального и высшего образования путем примитивного сокращения суммарного количества часов, отводимых на изучение дисциплин, является крайне неблагоприятным вариантом, хотя и обладает некоторыми эффектами. Значительный

положительный эффект в процедурах интеграции среднего специального и высшего образования может быть достигнут исключительно посредством разработок единых курсов на двух уровнях обучения, с созданием взаимосвязанных учебно-методических комплексов дисциплин. Подобная методическая интеграция будет формировать эффекты по многим направлениям. Например, в областях методического обеспечения, связанных с изданием учебной литературы одновременно для студентов учреждений высшего образования и обучающихся колледжей.

При этом необходимо понимать, что преимуществами университетских комплексов являются не только обеспечение принципа преемственности содержания программ, качества образовательного процесса, но и более полное использование интеллектуальных, материальных и информационных ресурсов. Интеграция колледжей и университета позволяет эффективнее использовать имеющуюся учебно-материальную базу, педагогический потенциал, обогатить и объединить стратегические идеи развития образовательных учреждений, формировать общие традиции, что особенно ценится в транспортной сфере.

Следует отметить, что основной проблемой на пути распространения интегрированных образовательных технологий является несовершенство нормативно-правового обеспечения такой структуры образования, какой является многопрофильный университетский комплекс. Вторым аспектом, сдерживающим развитие представленной модели транспортного образования, можно считать неявную связь трех пересекающихся сфер экономики нашей страны в перспективе рассматриваемого вопроса: транспорта, образования, рынка труда. Однако в ближайшей перспективе пути интеграции среднего специального и высшего транспортного образования достаточно очевидны, чему способствует организационное подчинение университета Министерству транспорта и коммуникаций, регламентация образовательной сферы и теснейшее взаимодействие с Министерством образования, а также развитие структуры специальностей исходя из потребностей рынка труда по рекомендациям Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь. Такой подход способствует созданию единого образовательного пространства нашей страны, базирующегося на преемственности профессиональных программ различных уровней образования в сочетании с широким использованием инновационных технологий для качественной подготовки специалиста транспортного комплекса.

---

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

■ Казаков Николай Николаевич, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», проректор по учебной работе, канд. техн. наук.

## ПРИМЕНЕНИЕ ПРОЦЕССНОГО ПОДХОДА К ПРОКЛАДКЕ ГРУЗОВЫХ ПОЕЗДОВ НА ОСНОВЕ ПЛАНА ФОРМИРОВАНИЯ

*Е. А. ФЕДОРОВ*

*УО «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель*

Основные направления научного поиска в сфере разработки графика движения поездов (ГДП) направлены на обеспечение эффективного использования перевозочных ресурсов (локомотивов, вагонов) и пропускной способности железнодорожных участков и станций, а также определение необходимых технических и технологических параметров инфраструктуры для обеспечения потребного объема перевозочного процесса.

Профессор И. Г. Тихомиров в своих научных разработках отмечал, что устойчивая поездная работа на участках инфраструктуры обеспечивается согласованным взаимодействием технических станций и прилегающих участков. Процессы поездообразования на технических станциях определяются установленными в плане формирования (ПФ) назначениями и структурой вагонопотока в множестве прибывающих в соответствии с ГДП грузовых поездов.

Вопросы системного согласования ПФ и ГДП на основе реализации специализированных ниток (расписаний), которые обеспечивают соблюдение логистических требований всех участников транспортного процесса, не имеют достаточного теоретического решения и не находят обоснованного использования в организации перевозочного процесса на железнодорожном транспорте общего пользования в Республике Беларусь и других странах.

Современные условия, складывающиеся на транспортном рынке железнодорожных перевозок, характеризуются значительной вариативностью требований участников к условиям реализации перевозочного процесса, соответствием технологии перевозок параметрам логистических схем доставки, используемых клиентами, а также увеличением объемов перевозок на полигоне железных дорог.

Для поддержания высокого уровня качества реализации перевозочного процесса в современных условиях необходимо применение такого подхода к разработке ГДП и его реализации, который обеспечит его максимальное соответствие структуре, размерам и параметрам образования поездопотоков в соответствии с установленными назначениями ПФ.

Основополагающим методологическим инструментом изучения управления в транспортной деятельности является процессный подход, который

предполагает определение системы выполняемых бизнес-процессов и дальнейшую работу с ними, направленную на достижение конечной цели – повышения эффективности управляемой системы.

Сущность процессного подхода применительно к прокладке ниток грузовых поездов заключается в систематизации и объединении в ГДП на полигоне инфраструктуры общего пользования процессов перемещения множества поездопотоков по назначениям плана формирования в соответствии с заявленными требованиями к параметрам их перемещения, возможностями инфраструктуры и тягового обеспечения по их пропуску.

Процессная организация перевозочной деятельности направлена на обеспечение комплексного взаимодействия участников по организации продвижения транспортных потоков с различными параметрами на маршрутах следования по полигону инфраструктуры и включает в себя:

1) процессную идентификацию потоков на инфраструктуре, определяющую нагрузку на объекты инфраструктуры в виде маршрутных назначений заявленных поездов с известными параметрами объема и времени обслуживания на каждом объекте инфраструктуры с привязкой к назначениям ПФ;

2) синхронизацию с производственно-бытовыми циклами клиентов за счет определенности расписаний отправления заявленных поездов по назначениям ПФ, организованных поездов в системе местной работы, а также маршрутных поездных назначений клиентов;

3) оптимизацию процессов обеспечения надежности следования поездопотоков (технического, коммерческого, тягового и иных) за счет обеспечения соответствия системы обеспечения гарантийных участков безотказного следования вагонов и локомотивов структуре и размерам движения поездов;

4) установление эталонных параметров следования поездов на назначениях ПФ по временам хода поездов на участках инфраструктуры и нормативам технологических процессов технических станций, дифференцированных по категориям грузовых поездов;

5) оценку эксплуатационных рисков назначений ПФ, приводящих к отклонениям в пропуске поездов по установленным ниткам на маршрутах следования и определение мер резервирования ниток процессно-объектного ГДП;

6) композицию полигона инфраструктуры железнодорожного транспорта в соответствии со структурой ПФ и размерами поездопотоков с целью распределения пропускной способности объектов инфраструктуры железнодорожных направлений для пропуска поездов в соответствии с используемой системой приоритетов;

7) позиционирование поездопотоков в зонах ГДП, обеспечивающих возможность оптимизации их расписаний движения при прокладке ниток в процессно-объектном ГДП;

8) моделирование ГДП процессно-объектным методом, позволяющим сформировать множество расписаний движения заявленных поездов, соответствующих установленным параметрам их продвижения по назначениям ПФ на инфраструктуре.

В результате анализа поездопотоков на полигоне Белорусской железной дороги установлено, что они характеризуется совокупностью параметров, закономерности изменения которых позволяют систематизировать признаки дифференциации ниток грузовых поездов в ГДП и использовать принципы клиент-ориентированного подхода, учитывающего особенности прокладки различных категорий грузовых поездов, для которых обосновано использование постоянного расписания движения.

Например, в 2017 году по 29 назначениям ПФ на Белорусской железной дороге осуществлялось регулярное движение грузовых поездов, позволяющее сформировать ядро ниток ГДП, подлежащее приоритетной прокладке, область факультативных расписаний движения поездов на назначениях ПФ, а также установить потребный уровень резерва пропускной способности инфраструктуры для обеспечения движения части поездов с нерегулярным предъявлением.

Установленные интервалы предъявления поездов на маршруты следования по назначениям ПФ позволили определить для них зоны ГДП, в пределах которых гарантированно должны быть пропущены поездопотоки рассматриваемых назначений ПФ.

В результате позиционирования зон пропуска поездопотоков в ГДП определены места пересечений маршрутов, формирующие эксплуатационные риски невыполнения нормативов времени следования поездов за счет возникновения ожидания обслуживания поездопотока по причине отсутствия пропускной способности объектов инфраструктуры  $N_{(p;q)}^n(t)$ .

Для поиска эффективного варианта прокладки ниток ГДП, обеспечивающих максимальное соответствие параметров следования поездов по назначениям ПФ  $(p;q)_i$  разработана методика процессно-ориентированного моделирования ГДП [2], основанная на решении модифицированной оптимальной задачи с гибким расписанием движения поездов при фиксированных маршрутах [1].

Расчетный полигон инфраструктуры задается пространственно-временным направленным графом (*space-time network*)  $\bar{G} = (\bar{V}, \bar{A})$ . Множество поездных назначений дифференцируется по весу (важности) –  $\omega_{(p;q)_i}$  и директивному сроку следования поезда по маршруту на назначении ПФ –  $d_{(p;q)_i}^{\text{о.п.}}$ .

Вершины  $\bar{V}$  графа  $\bar{G}$  делятся на вершины отправления (подмножество  $\bar{V}^{\text{out}}$ ) и прибытия (подмножество  $\bar{V}^{\text{in}}$ ). Ребра  $\bar{A}$  отражают следующие процессы (состояния поезда): движение поезда (подмножество  $\bar{A}^{\text{mov}}$ ); стоянка поезда на технической станции (подмножество  $\bar{A}^{\text{tr}}$ ).

Максимальное число поездов, следующих по участкам инфраструктуры и обрабатываемых на технических станциях, ограничивается наличной пропускной способностью в рассматриваемый период времени, выраженной в поездах соответствующей категории  $k$  (группы приоритета)  $N_{ij}^{\text{tk}}$ .

Ограничение на обслуживание поездов на технических станциях определяется наличием и доступностью необходимых ресурсов инфраструктуры и перевозчика, установленных технологическим процессом выполнения работ.

Задача решается итерационно для установленных групп приоритета поездов. Общий алгоритм процесса моделирования ГДП на инфраструктуре предусматривает распределение множества поездов на кластеры по приоритету прокладки, непосредственно моделирование ГДП для каждого кластера, процедуры оптимизации и нормализации полученных вариантов.

Для установленных в результате анализа поездопотоков по назначениям ПФ на БЧ выполнено моделирование ГДП на расчетном полигоне Осиновка – Брест с применением описанной методики.

Специализация ниток в ГДП и их прокладка с учетом параметров образования поездопотоков на назначениях ПФ обеспечивает синхронизацию процессов функционирования инфраструктуры, системы тягового обеспечения с процессом следования поездов. Тем самым достигается снижение эксплуатационных рисков отклонения параметров следования поездов.

Сравнительная оценка процессного ГДП с нормативным и исполненным подтвердила возможность применения и эффективность предлагаемого метода. Так, для контейнерных поездов параметры времени следования поездопотока практически не отличаются от эталонных значений, что обусловлено их высоким приоритетом; при прокладке ниток ГДП для отправительских и технических маршрутов процессный ГДП позволяет получить лучшие результаты за счет смещения ниток к наиболее вероятным моментам времени их предъявления к перевозке, а также гарантированной увязки ниток ГДП по техническим станциям.

Вместе с тем процессная прокладка выделенных ниток в ГДП не привела к снижению наличной пропускной способности, заложенной в нормативном ГДП.

Использование процессного подхода при разработке ГДП обеспечивает повышение его взаимосвязи с ПФ и создает условия для формирования си-

стемы поддержки принятия управленческих решений на основе комплексного анализа реализации ПФ [3] и оценки эксплуатационных рисков поездных назначений.

При использовании процессного подхода обеспечивается необходимая взаимосвязь развиваемых на Белорусской железной дороге автоматизированных систем моделирования ГДП за счет разработки ГДП на железнодорожных направлениях в системе АС «Графист», введения ядра ГДП и планируемых к использованию факультативных расписаний в подсистему «Актуальное расписание движения поездов», оперативной корректировки ниток в разрабатываемой подсистеме «Прогнозный ГДП», учета движения поездов по назначениям ПФ в АС ГИД «Неман». Взаимодействие автоматизированных систем строится на основании комплексного анализа эксплуатационных рисков реализации ПФ.

### **Список литературы**

1 Теория расписаний. Задачи железнодорожного планирования / А. А. Лазарев [и др.]. – М. : ИПУ РАН, 2012. – 92 с.

2 **Фёдоров, Е. А.** Методологические основы реализации планов формирования поездов перевозчиков в графике движения поездов на полигоне инфраструктуры / Е. А. Федоров // Вестник ВНИИЖТ. – 2018. – № 2. – С. 92–97.

3 **Кузнецов, В. Г.** Оценка организации перемещения вагонов на инфраструктуре с применением процессно-объектного подхода / В. Г. Кузнецов, Е. А. Федоров, К. И. Гедрис // Вестник Белорусского государственного университета транспорта: Наука и транспорт. – 2018. – № 1. – С. 107–112.

---

### **СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:**

■ Федоров Евгений Александрович, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», заведующий кафедрой «Управление эксплуатационной работой и охрана труда».

УДК 001.891:656.224/.225

## **ПРАКТИКА ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОРГАНИЗАЦИЮ ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА**

*А. Н. СЛАДКЕВИЧ*

*ГО «Белорусская железная дорога», г. Минск*

Деятельность службы перевозок направлена на улучшение качества перевозочного процесса: обеспечение заявок на перевозку в полном объеме, своевременности доставки пассажиров и грузов, повышение эффективности

использования подвижного состава и инфраструктуры, а также на организацию беспрепятственного пропуска вагонопотока по инфраструктуре Белорусской железной дороги.

Белорусская железная дорога имеет позитивную тенденцию роста транспортной работы: в 2017 году обеспечен рост тарифного грузооборота на 18,1 % по сравнению с 2016 годом и выполнен на уровне 48,5 млрд. т·км. В 2018 году выполнение тарифного грузооборота оценивается на уровне 52,7 млрд. т·км. Достигнутый результат являлся лучшим за последние 10 лет. В 2018 году Белорусской железной дорогой достигнуто увеличение тарифного грузооборота во внутриреспубликанском сообщении (108,6 %), вывозе (102,3 %) и транзите (124,5 %). Рост тарифного грузооборота обеспечен благодаря увеличению объема перевозок грузов на 8,7 % и средней дальности перевозки на 1,1 % к аналогичному периоду прошлого года.

Наряду с объемными показателями в текущем году улучшены основные качественные показатели, характеризующие эффективность использования вагонного и локомотивного парков. В результате чего по итогам работы за 2018 год обеспечено улучшение оборота и производительности грузового вагона, производительности локомотива:

– оборот грузового вагона составил 3,79 суток, что на 1,6 % лучше уровня 2017 года;

– производительность грузового вагона выполнена на уровне 5018 т·км нетто/вагон, таким образом, выполнение данного показателя в текущем году улучшено на 2,1 % в сравнении с 2017 годом;

– производительность локомотива в 2018 году составила 1300 тыс. т·км брутто/локомотив, что на 2,4 % лучше уровня выполнения за 2017 год.

Достигнутые результаты являются лучшими за последние 7 лет. Улучшение основных показателей эксплуатационной работы в хозяйстве перевозок Белорусской железной дороги обусловило достижение экономического эффекта от сокращения эксплуатационных расходов в размере более 35 млн рублей за 2018 год. Кроме того, дополнительно обеспечена экономия эксплуатационных расходов за счет: формирования и отправления поездов повышенной длины – 15 млн рублей; формирования и отправления поездов повышенной веса – 21 млн рублей; формирования поездов дальних назначений, не предусмотренных планом формирования, – 0,5 млн рублей; формирования, отправления и пропуска транзитных поездов на удлинённые плечи обслуживания локомотивными бригадами – 4,5 млн рублей.

Важным направлением улучшения организации движения поездов является совершенствование нормативного графика движения поездов, позво-

ляющая оптимизировать использование подвижного состава, снижать эксплуатационные расходы, повышать привлекательность железнодорожного транспорта для клиентов. В новом графике движения поездов маршрутная скорость всех пассажирских поездов составила 62,7 км/ч и увеличена на 0,1 км/ч к графику движения поездов 2017/2018 года. Это один из лучших показателей на сети дорог стран СНГ и Балтии.

В ГДП обеспечен сгущенный подвод поездов региональных линий эконом-класса и городских линий в город Минск в часы наибольшей загрузки. Так, в г. Минск в период с 6 до 9 часов прибывает 24, отправляется 16 поездов региональных линий эконом-класса, 8 и 8 – соответственно поездов городских линий. На период проведения II Европейских игр 2019 года для обеспечения проезда болельщиков на спортивные объекты предусмотрено увеличение частоты обращения поездов городских линий на участке Минск-Пассажирский – Беларусь до 64 поездов при следовании из Минска и до 76 поездов при следовании из Беларуси. В нормативном графике движения поездов на 2018/2019 год предусмотрено обращение на Белорусской дороге 135 (+7) пар пассажирских поездов, из них 58 (+2) пар межгосударственного сообщения (в т.ч. 38 (+1) пар – формирования Белорусской железной дороги) и 77 (+7) пар поездов межрегиональных бизнес- и эконом-классов и региональных бизнес-классов. В новом графике предусмотрено курсирование 677 поездов региональных линий эконом-класса с маршрутной скоростью 46,1 км/ч и увеличением на 0,7 км/ч.

По участкам дороги количество «ниток» грузовых поездов в графике составило 587 пар и увеличено на 29 пар. Увеличение количества «ниток» поездов произведено в соответствии в выполненной работой за период действия прошлого графика движения поездов.

С целью ускорения продвижения поездопотока и сокращения расходов на топливно-энергетические ресурсы в графике разработаны постоянные нитки для пропуска грузовых поездов и маршрутов повышенного веса и длины на участках дороги, в т.ч. на пограничных участках Смоленск – Орша – 10 ниток по 8300 т и 100 условных вагонов, Орша – Смоленск – 10 ниток по 100 условных вагонов, Смоленск – Витебск – 6 ниток по 7000 т и 80 условных вагонов, Витебск – Смоленск – 6 ниток по 100 условных вагонов, Кена – Молодечно – 3 нитки по 100 условных вагонов, Полоцк – Даугавпилс – 6 ниток по 60 условных вагонов, Кричев – Сураж – 1 нитка 80 условных вагонов, Лида – Вильнюс – 6 ниток по 65 условных вагонов, Вильнюс – Лида – 6 ниток по 65 условных вагонов.

Разработаны нитки для пропуска поездов повышенного веса и длины на удлинённые гарантийные участки проследования вагонов на участках Минск – Брест – Минск, Барановичи – Орша, Волковыск – Лунинец, Молодечно – Гомель, Орша – Могилев – Гомель, Молодечно – Барбаров, Новолу-

комль – Орша – Кричев, Гомель – Лунинец, Барбаров – Жлобин – Могилев – Полоцк, Калий – Слуцк – Барановичи – Лида – Вайдотай, Лида – Лунинец.

В графике на 2018/2019 год предусмотрено курсирование 65 пар контейнерных специализированных поездов в обоих направлениях сообщения Европа – Россия и далее в страны Азии – Казахстан и Китай, Литва – Россия, Латвия – Украина.

Особое внимание уделяется организации перевозок грузов в направлении Восток – Запад – Восток и взаимодействию с польскими железными дорогами, лицензированными перевозчиками по вопросу беспрепятственного пропуска поездов через белорусско-польскую границу. Если за 2017 год через все белорусско-польские пограничные переходы с участием всех перевозчиков перевезено 12,4 млн тонн грузов (132,6 % к аналогичному периоду прошлого года), то за 10 месяцев 2018 года – 11,5 млн тонн грузов, или 115 % к аналогичному периоду прошлого года (в 2017 году за аналогичный период было перевезено 10 млн тонн грузов). В среднем в сутки через белорусско-польскую границу проследовало 28,2 поезда при суммарной пропускной способности всех погранпереходов с Республикой Польша 50 поездов в сутки.

Суммарная пропускная способность инфраструктуры пограничных переходов в целом позволяет обеспечить пропуск планируемого поездопотока, однако для эффективной организации перевозок в направлении Восток – Запад – Восток будет продолжена работа по взаимодействию с польскими железными дорогами, оптимизации логистики данных перевозок в зависимости от фактической загрузки пограничных переходов и совершенствованию перевозочного процесса на белорусско-польской границе.

Осуществляется целенаправленная работа по оптимизации структуры управления движением поездов. Например, 23 железнодорожные станции переведены на круглосуточное диспетчерское управление, еще на 19 станциях дороги реализовываются подготовительные технические и организационные мероприятия для перевода на диспетчерское управление.

Для обеспечения ритмичной перевозочной деятельности на железной дороге проводятся системные мероприятия модернизации технического оснащения инфраструктуры. Так, в целях повышения уровня сохранности вагонного парка планом формирования поездов предусмотрена преимущественная переработка вагонов на автоматизированных и механизированных сортировочных горках. Выполнены работы по приведению конструкций 10 сортировочных горок в соответствие с правилами и нормами проектирования сортировочных устройств: Волковыск, Лида, Брест-Северный, Осиповичи, Витебск, Степянка, Лунинец, Гродно, Кричев, Полоцк. Выполненные работы позволили обеспечить допустимые скорости движения отцепов при роспуске и снизить образование ползунов на поверхности катания колесных пар вагонов. В результате число замененных колесных пар по причине образования

ползунов уменьшено на 21,6 %. В 2019 году планируется завершить данную работу на 3 сортировочных горках: Орша-Центральная, Орша-Западная, Шабаны.

На железной дороге реализуется комплексная программа по оборудованию всех участков дороги системой диспетчерской централизации «Неман», что является необходимым условием для дальнейшего развития автоматизированного центра управления перевозками. В 2019 году планируется приступить к оснащению ДЦ «Неман» 4 диспетчерских участков: Барановичи-узел (на участке Барановичи – Лида), Волковыск-узел – Гродно-узел, Осиповичи-узел – Слуцк-узел, Могилев-узел – Кричев-узел (на участке Могилев – Кричев).

В рамках реализации цифровой политики активно развиваются информационные технологии в хозяйстве перевозок. Например, в последнее время:

- внедрена автоматизированная система управления станцией региона (АСУС-Р) на станциях Светлогорск-на-Березине, Уза, Козенки, Добруш;

- доработано программное обеспечение автоматизированной системы управления станцией (АСУС) Орша-Центральная, Молодечно для организации приема и обработки в АСУС информации о номерах вагонов прибывающих поездов, распознанных с помощью программно-технического комплекса АСКИН;

- введен в промышленную эксплуатацию автоматизированный график исполненного движения поездов на диспетчерском участке Витебск – Полоцк – Бигосово;

- организован информационный обмен с сопредельными железнодорожными администрациями сообщением 12 (телеграмма-натурный лист пассажирского поезда) при передаче пассажирских поездов по межгосударственным стыковым пунктам в рамках внедрения натурального листа пассажирского поезда;

- доработано программное обеспечение и начат информационный обмен заявками на выдачу предупреждений об особых условиях следования поездов между автоматизированными системами подготовки и выдачи предупреждений Белорусской и Латвийской железными дорогами;

- разработан и внедрен в опытную эксплуатацию функционал автоматизированной подсистемы увязки составаобразования с прогнозным графиком движения поездов (УСОГДП) по формированию плана отправления поездов.

В целях совершенствования форм и методов проведения технической учебы выполнены работы по внедрению дистанционных форм обучения. Организован доступ работников к АС «Единая система контроля и проверки знаний работников Белорусской железной дороги» через сеть Интернет, что позволяет работать в системе в любое свободное время, с любого компьютера (включая домашний), планшета или мобильного телефона, включенного в сеть Интернет.

В своей работе служба перевозок опирается на научные подходы оптимизации перевозочного процесса. Взаимодействие с БелГУТом позволяет решать сложные технологические и технические задачи, создавать новые информационно-аналитические системы управления перевозочным процессом,

обновлять техническую нормативно-правовую базу, адекватную существующим процессам перевозок в международном и внутригосударственном общении. Научно-практический обмен на совместных конференциях, семинарах, совещаниях позволяет обеспечивать инновационный путь развития перевозок.

В 2019 году работа службы перевозок будет направлена на безусловное выполнение заданий по объемным и качественным показателям эксплуатационной работы, а также решение ряда ключевых задач:

- организация эффективного взаимодействия с грузоотправителями Республики Беларусь, направленного на обеспечение подвижным составом заявок на погрузку в полном объеме, в том числе с задействованием собственного подвижного состава операторских компаний;

- сокращение эксплуатационных расходов за счет повышения эффективности использования парка грузовых вагонов и локомотивов;

- обеспечение своевременного развития инфраструктуры Белорусской железной дороги, необходимой для освоения потребного объема перевозок, в первую очередь, в направлении Восток – Запад – Восток;

- совершенствование работы с контейнерными поездами, организация эффективного взаимодействия с польскими железными дорогами по вопросу бесперебойного пропуска грузовых и контейнерных поездов через белорусско-польскую границу;

- развитие информационных технологий и внедрение автоматизированных систем в хозяйстве перевозок.

Реализация поставленных задач позволит организовать эффективный перевозочный процесс и обеспечить удовлетворение потребности экономики Республики Беларусь в перевозках грузов.

---

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

■ Сладкевич Андрей Николаевич, г. Минск, ГО «Белорусская железная дорога», заместитель начальника службы перевозок.

УДК 656.224/.225:621.311

## **ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА**

*В. Я. НЕГРЕЙ*

*УО «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель*

Важным резервом повышения энергоэффективности перевозочного процесса является сокращение топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) на его реализацию. Особенно актуальной эта задача становится в условиях роста цен на энергоносители, высокого уровня их неопределенности, возникающих

косвенных потерь в других отраслях народного хозяйства при росте транспортных расходов. Одним из главных направлений повышения энергоэффективности перевозочного процесса продолжает оставаться развитие системы управления, которому особое внимание уделял И. Г. Тихомиров.

Сегодня происходит изменение базовой парадигмы, которая формулируется как «полное удовлетворение потребностей промышленности, сельского хозяйства и населения в перевозках». На ее смену приходит задача «найти производителя и потребителя продукции, организовать между ними эффективную транспортную связь, обеспечить население высококачественными транспортными услугами».

В рамках совершенствования системы управления перевозочным процессом наиболее важными направлениями повышения энергоэффективности являются:

- применение адаптивных технологий в организации перевозочного процесса;
- разработка энергоэффективного графика движения поездов;
- переход к плану формирования поездов, учитывающему в полной мере синергетический эффект от повышения транзитности вагонопотока;
- оптимизация технической скорости движения грузовых и пассажирских поездов с учетом энергетических расходов;
- поиск энергоэффективного расписания движения пассажирских поездов на полигоне железной дороги, обеспечивающего минимум энергетических ресурсов при обязательном выполнении требований комфорта поездки пассажиров (снижение коэффициента пересадочности, широкое использование «перцепочной» технологии и др.);
- выбор наиболее эффективной системы организации движения поездов на железнодорожных направлениях.

Каждая из известных систем управления поездной работой имеет свои энергетические характеристики и требует научных основ для их расчета:

- 1) ОПГС – отправление по готовности составов;
- 2) ГДРЯ – выделение в графике движения регулярного ядра поездов;
- 3) ГДРР – график движения поездов с равноправными расписаниями;
- 4) ГДИР – отправление поездов по графику движения на основе системы интервального регулирования.

В ситуации выбора системы управления поездной работой первичным является этап оптимизации управленческих решений по энергетическим критериям.

Важным направлением повышения энергоэффективности перевозочного процесса является лубрикация, которая существенно изменяет условия взаимодействия колеса и рельса, приводит к снижению расхода топлива на тягу поездов, увеличивает ресурс системы «колесо – рельс» (это также сокращает потребность в энергетических ресурсах).

Лубрикация сокращает потребность в энергии на тягу поездов не только в кривых, но и на прямых участках пути. Основное удельное сопротивление движению поездов снижается на 7–15 % на прямых участках пути и до 30 % в кривых.

Рельсошлифование также позволяет снизить основное удельное сопротивление движению поездов. Исследования показывают, что рельсошлифование позволяет сократить на 3–5 % расходы ТЭР.

Перспективным направлением повышения эффективности перевозочного процесса является улучшение аэродинамических характеристик формируемых поездов и проектируемого подвижного состава. Наличие в составе поезда «аэродинамических разрывов» (например, «платформа – крытый вагон») существенно увеличивают лобовое сопротивление и приводят к дополнительным энергетическим потерям. Например, для средних погодных условий работы Белорусской железной дороги и средней дальности перевозки 700 км величина энергетических потерь составляет около 120 кг дизельного топлива.

Малоизученным направлением повышения энергоэффективности перевозочного процесса являются структурные характеристики формируемых поездов. В первую очередь это связано с оценкой эффективности модульной системы тяги поездов, особенно при расширении на Белорусской железной дороге использования электрической тяги.

Расширение полигона электрификации обеспечивает: оптимизацию топливно-энергетического баланса страны; энерго- и ресурсосбережение – за счет внедрения прогрессивных технологий, направленных на снижение расходов энергоносителей. Важной задачей является этапное формирование сети электрифицированных участков инфраструктуры, учитывающей характерные условия и особенности введения электрической тяги в Республике Беларусь.

Существенный энергетический эффект может обеспечить новая конструкция верхнего строения пути с укладкой бесстыкового пути большой длины. Сокращение количества стыков в зонах разрядки способствует значительному сокращению энергетических потерь, увеличивает срок службы рельсов и шпал, колесных пар, способствует сокращению эксплуатационных расходов по содержанию пути.

Одно из направлений экономии топливно-энергетических ресурсов является оптимизация состояния системы «колесо – рельс». Установлено, что износ обода колеса приводит к росту основного удельного сопротивления движению и требует дополнительных энергетических ресурсов на тягу поездов.

### **Список литературы**

1 Интенсификация использования подвижного состава и перевозочной мощности железных дорог / под ред. И. Г. Тихомирова. – М. : Транспорт, 1977. – 296 с.

2 Негрей, В. Я. Электрификация Белорусской железной дороги – фактор повышения эффективности и качества ее работы. / В. Я. Негрей, М. А. Масловская. –

Вестник Белорусского государственного университета транспорта: Наука и транспорт. – 2007. – № 2. – С. 76–79.

3 Негрей, В. Я. Развитие теории расчета плана формирования одногруппных поездов / В. Я. Негрей, К. М. Шкурин. – Вестник Белорусского государственного университета транспорта: Наука и транспорт. – 2007. – № 2. – С. 123–126.

---

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

■ Негрей Виктор Яковлевич, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», профессор кафедры «Управление эксплуатационной работой и охрана труда», д-р техн. наук.

УДК 656.23

## ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ФОРМИРОВАНИЯ ТАРИФОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

*И. А. ЕЛОВОЙ, Л. В. ОСИПЕНКО*

*УО «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель*

Тарифная политика – сложный и многоплановый процесс, учитывающий большое число факторов и условий. В зарубежной практике имеется много практических решений в сфере организации управления железнодорожным транспортом, регулирования деятельности транспортных компаний и формирования тарифов. Поэтому важно оценивать опыт зарубежных стран с большой территорией и с развитой транспортной системой, которые проводят политику интеграции своей экономики и транспорта, так как железнодорожный транспорт Республики Беларусь не может рассматриваться без интеграции с железными дорогами стран СНГ, ЕАЭС.

На железных дорогах США при осуществлении грузовых перевозок применяются два вида тарифов: свободные и договорные. Первые применяются во всех видах сообщения и регулируются Управлением наземным транспортом США, вторые применяются для устоявшихся грузопотоков и постоянных клиентов и основаны, в первую очередь, на согласии сторон.

Грузовладельцы имеют право задерживать вагоны под погрузкой и выгрузкой на длительный срок, что эффективно для индивидуальных предпринимателей, не имеющих собственных средств механизации; использовать подвижной состав в качестве «склада на колесах», так как небольшие фирмы не имеют собственных складов; клиентура вправе повысить степень ответственности транспортной организации за сохранность груза.

К особенностям тарифообразования в Германии относятся: предоставление субсидий и дотаций из бюджета федеральных земель для покрытия издержек на региональные пассажирские перевозки и другие цели; нерегулируемые тарифы на грузовые перевозки; ежегодная индексация тарифов с целью исключения убыточности железнодорожного транспорта; высокая конкуренция со стороны автомобильного транспорта и др.

Обобщение зарубежного опыта показало, что транспортные тарифы являются важнейшей составляющей цены доставляемых материальных ресурсов и товаров, так как от их величины во многом зависит ценовая конкурентоспособность перевозимой продукции. Поэтому тарифные условия формируются на основе требований снабжения, производства и сбыта конечной готовой продукции. В частности, в сложной логистической производственно-транспортной системе маркетинг определяет спрос и цену на конечную готовую продукцию, логистика обеспечивает снабжение производство материальными ресурсами в соответствии со спросом на рынке.

Требования к тарифам и срокам доставки грузов основаны на том, что тарифное регулирование должно рассматриваться исходя из принципов и правил логистики, а тарифные системы государств должны формироваться с учетом верхних пределов тарифов. Если параметры схем доставки грузов не вписываются в верхние пределы тарифов и сроков доставки, то должны применяться инновационные технологии и схемы доставки грузов, использоваться последние достижения научно-технического прогресса, другие решения с целью доведения этих параметров до необходимого уровня.

На основании требований к тарифам и срокам доставки разрабатываются задачи регулирования транспортных тарифов в схемах товаропотоков. Решение этих задач должно обеспечивать повышение ценовой конкурентоспособности доставляемой продукции и устойчивое функционирование производственно-транспортных и транспортно-сбытовых систем.

В процессе установления верхних пределов тарифов и сроков доставки грузов необходимо учитывать интересы клиентов, перевозчиков, государств и транснациональных компаний (монополий). Расчет этих параметров может выполняться на основе:

– допустимых транспортных издержек в цене доставляемой продукции,  $I_t = C_p - C_0$  (в условиях монополии на перевозку груза).

– конкурентоспособности схем доставки грузов,  $I_1 < I_2$  (в условиях конкуренции при доставке груза).

Рассмотренный подход к установлению верхних пределов тарифов и сроков доставки позволяет сделать тарифы простыми и понятными для клиентов и транспортных организаций, максимально приблизить базовую основу регулируемых тарифов к реальным допустимым транспортным издержкам.

Выполненные исследования показали, что цены изделий на стадиях производства увеличиваются более интенсивно по сравнению с ростом транспортных затрат. В частности, это позволяет сделать вывод о том, что на исходное сырье тарифы должны быть более низкими по сравнению с комплектующими изделиями. При таких условиях будет обеспечен минимальный прирост цены конечной готовой продукции за счет транспортной составляющей.

Предпосылками к формированию нового подхода к расчету грузовых железнодорожных тарифов являются: тенденция к увеличению доли частных вагонов в грузовых перевозках; возможность осуществления грузовых перевозок сторонними перевозчиками, не входящими в структуру железной дороги; необходимость обеспечения транспарентности тарифов и возможности их гибкого регулирования.

Для решения вопроса по выбору наиболее оптимального варианта разработки проекта новых тарифов были сформулированы основные принципы тарифной системы на железнодорожном транспорте Республики Беларусь:

1) экономическая обоснованность, обеспечиваемая расчетом себестоимости для тарифных целей на базе фактических эксплуатационных расходов и объемных показателей работы Белорусской железной дороги за период, предшествующий расчету, и корректировкой с учетом соответствующих прогнозных индексов;

2) достаточный уровень рентабельности для выполнения социальных обязательств, программ ремонта пути, подвижного состава и технических средств, обновления подвижного состава и развития инфраструктуры, возврата заемных средств и др.;

3) отказ от перекрестного финансирования пассажирских перевозок за счет грузовых или, как минимум, снижение финансовой нагрузки на грузовые перевозки в этой части, следуя общемировым тенденциям полного или частичного финансирования убыточных пассажирских перевозок из государственных и/или региональных бюджетов;

4) сокращение разницы между тарифами на перевозку высоко- и низко стоимостных грузов;

5) гибкость тарифной системы, позволяющая оперативно реагировать на изменившиеся условия рынка;

6) применение при разработке тарифов с выделением тарифных составляющих параметрической модели зависимости себестоимости перевозки от массы груза и расстояния транспортирования, как наиболее полно отражающей специфику грузовых железнодорожных перевозок;

7) дифференциация тарифов в зависимости от рода и массы перевозимого груза и расстояние перевозки. С целью гармонизации с тарифами стран-участниц ЕАЭС целесообразна также дифференциация тарифных ставок в зависимости от типа подвижного состава с той или иной степенью подробности;

8) тарифная система должна быть проста, понятна и удобна в пользовании;

9) обеспечение регулярной корректировки уровня тарифов с целью приведения в соответствие с текущей экономической ситуацией.

С учетом большинства этих принципов построена параметрическая модель определения себестоимости для тарифных целей по трем тарифным составляющим: инфраструктурной, вагонной и локомотивной, на основании которой разработаны таблицы тарифов и принципы их применения при расчете плат за перевозку грузов.

---

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

■ Еловой Иван Александрович, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», заведующий кафедрой «Управление грузовой и коммерческой работой», научный руководитель НИЛ «Грузовая, коммерческая работа и тарифы», д-р экон. наук, профессор;

■ Осипенко Людмила Владимировна, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», научный сотрудник НИЛ «Грузовая, коммерческая работа и тарифы».

УДК 656.2.003

### **РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ КАЛЬКУЛЯЦИОННЫХ РАСЧЕТОВ НА БЕЛОРУССКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ**

*В. Г. ГИЗАТУЛЛИНА*

*УО «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель*

Во многих научных разработках профессор И. Г. Тихомиров обращался к необходимости технико-экономического обоснования выбора мер развития инфраструктуры железнодорожного транспорта, технологии перевозочного процесса. Оценка эффективности развития железной дороги, железнодорожных станций, участков, узлов требует объективной методики учета расходов с требуемым уровнем детализации. Завершающим процессом учета затрат в любом хозяйствующем субъекте, вне зависимости от вида деятельности, является калькулирование себестоимости.

Современный этап развития экономики железной дороги определяет необходимость принимать управленческие решения по новым прогрессивным технологиям, техническому перевооружению, организационным проблемам и др., каждое из которых требует соответствующих калькуляционных расчетов. Как правило, под калькуляционными расчетами понимаются расчетные действия, осуществляемые для получения величины соответствующих показателей себестоимости.

Целью калькуляционных расчетов является придание стоимостной оценки: единице продукции; единице выполненной работы, оказанной услуги; технологической операции, технологическому процессу и т.д. В качестве исходной информации для проведения калькуляционных расчетов выступают: технологический процесс, нормы затрат ресурсов и отчетность о расходах.

Процесс перевозки грузов и пассажиров осуществляется согласно единому технологическому процессу, под которым понимается совокупность последовательно и параллельно осуществляемых операций на всех этапах пространственного перемещения при обеспечении полной сохранности грузов и безопасности пассажиров. В основе технологического процесса перевозки заложено условие – выполнение нормативного графика движения поездов на участках инфраструктуры железной дороги.

Особенность железнодорожной отрасли, технологии процесса перевозок, многопрофильность технологических операций, трехуровневая система управления вызывает сложности и в формировании величины расходов, связанных с перевозками. На основании сформированной величины эксплуатационных расходов исторически рассчитывается величина себестоимости грузовых и пассажирских перевозок, дифференцированных по видам тяги и видам сообщения.

Появление на железной дороге в пассажирском движении нового вида сообщения – городских линий – определило необходимость развития методики калькулирования показателей себестоимости.

С этой целью были выполнены следующие исследования:

- изучена технология осуществления пассажирских перевозок поездами городских линий;
- в Номенклатуру расходов железной дороги предложено ввести дополнительные статьи, которые учитывают технологические особенности нового вида сообщения;
- проанализирована и выбрана экономическая база для распределения косвенных расходов;
- разработана методика распределения расходов по видам сообщения с учетом городских линий.

Результатом исследований стала возможность расчета нового показателя себестоимости перевозок.

Создание Евразийского экономического союза определило новые задачи железнодорожного транспорта и, прежде всего, задачи по оказанию услуг: инфраструктуры, локомотивной тяги; обеспечению вагонами; организации перевозки.

Изменение задач, стоящих перед железной дорогой, определяет необходимость развития методики расчета уже новых показателей, а именно показателей себестоимости вышеназванных услуг. Кроме того, для поиска путей

снижения себестоимости оказываемых услуг сегодня важно иметь информацию о величине себестоимости технологических операций, составляющих основу их оказания. Данные технологические операции выполняют соответствующие отраслевые предприятия. Поэтому система калькуляционных расчетов сегодня должна затронуть третий уровень управления, а именно структурные подразделения отделений железной дороги.

---

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:**

■ Гизатуллина Вера Георгиевна, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», научный руководитель НИЛ «Экономический анализ, методология бухгалтерского и налогового учета», канд. экон. наук, профессор.

УДК 656.2

**ПЕРСПЕКТИВЫ ЭФФЕКТИВНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ  
РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ТРАНСПОРТА  
НА МЕЖДУНАРОДНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ КОРИДОРАХ  
ВЕЛИКОГО ШЁЛКОВОГО ПУТИ**

*К. А. ХОДЖАНЕПЕСОВ*

*Туркменский государственный института транспорта и связи, г. Ашхабад*

*А. К. ГОЛОВНИЧ*

*УО «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель*

Расширение международных экономических связей Туркменистана с различными странами Евразийского континента оказывает благоприятное влияние на развитие железнодорожного, автомобильного и морского видов транспорта. В настоящее время на новом уровне осознается значимость исторического Великого шёлкового пути, связавшего тесными экономическими узлами многие регионы Центральной Азии и Европы. Расположение международных транспортных коридоров на торговых путях античности и Средневековья оказывается настолько эффективным, что подтверждает великую мудрость наших предков, разыскавших среди тысяч различных дорог в бескрайних пустынях и горных теснинах наиболее целесообразные транспортные пути, связавшие устойчивыми торговыми связями многие страны и регионы мира.

Свою важную роль железные дороги Азии сыграли и в годы Второй мировой войны, обеспечив доставки грузов через Каспийское море. Строительство железных дорог происходило и во время войны. В проектировании новых железнодорожных линий принимал участие и И. Г. Тихомиров.

Существующие технологии позволяют передавать грузы от отправителя к потребителю с участием одного или нескольких видов транспорта значительно быстрее, чем в древности. Однако в настоящее время непроизводительные простои в пунктах перегруза и на границах государств достигают более 50 % всего времени нахождения его в пути следования. Поэтому важно обеспечить ускорение доставки грузов потребителю, которое достигается более качественным использованием наличных технических ресурсов, а также преимуществ каждого вида транспорта, потенциально способного принять участие в перевозке.

Важно отметить, что сокращение расходов на перевозки по транспортному коридору необходимо рассматривать в контексте комплексного охвата частных затрат на всём логистическом маршруте у всех участников транспортного процесса. Общая критериальная оценка стоимости перевозки должна включать затраты на обеспечение инфраструктурой, подвижным составом, услуги операторов, экспедиторов и клиентов. Из всех вариантов транспортного обслуживания следует рассматривать такие инвестиционные проекты развития инфраструктуры, связанные с реконструкцией существующих и сооружением новых железнодорожных линий и станций, водных путей, морских портов, перегрузочных терминалов, которые приводят к приросту грузооборота и способствуют сокращению непроизводительных потерь. Дополнительные затраты на развитие транспортных коммуникаций могут быстро окупиться ускорением обработки потоков и сокращением времени на доставку грузов потребителям.

Например, строительство нового Международного морского порта Туркменбаши объединяет паромный, пассажирский и грузовые терминалы (рисунок 1). Туркменбаши – крупнейший порт в мире, функционирующий ниже уровня моря (около 30 м). Кроме того, там располагаются судостроительный и судоремонтный заводы. Общая протяженность причалов, которые одновременно могут обслуживать 17 судов, составляет более 1800 метров. Общая пропускная мощность нового порта составляет 17 миллионов тонн груза.

Особая роль в этих перевозках принадлежит железнодорожному транспорту. Международные транспортные коридоры, обеспечивающие перевозку внешнеторговых грузов на маршрутах Великого шёлкового пути, обладают значительным потенциалом для существенного роста объемов перевозки. В настоящее время более 90 % всего грузопотока из Азии в Европу выполняется морским транспортом, который сформировал устойчивую логистику и предоставляет транспортные услуги по минимальной стоимости для клиента. Железнодорожный транспорт способен сократить время доставки таких грузов в 2 и более раза по сравнению с морскими перевозками. Преимуществом морского транспорта является водоизмещение судна, превосходящее массу поезда в десятки раз. Поэтому привлечение грузопотока на железнодорожные транспортные коридоры зависит от способностей же-

лезнодорожных администраций различных стран выстроить гарантированную логистику перемещения грузов без задержки по межгосударственным стыкам, безусловно соблюдать нормативы продолжительности выполнения таможенных и других операций по станциям, не нарушать договорных сроков доставки грузов с заявленной маршрутной скоростью движения поездов.



Рисунок 1 – Общий вид морского порта Туркменбаша

Опыт организации контейнерных поездов на маршруте экономического пояса шёлкового пути показывает, что время в пути поезда из Европы в Китай может составлять 12–15 суток, а аналогичный показатель для морского маршрута, связывающего отправителя и получателя данного груза, достигает 60 суток. Этот знаковый и определяющий ресурс железнодорожного транспорта, который может и должен быть использован.

Основным документом, регламентирующим отношения государств при перевозке грузов железнодорожным транспортом, является Соглашение в международном государственном сообщении (СМГС), которое заключено с 25 странами, в том числе со всеми государствами, составляющими в недавнем прошлом СССР. Для контейнерных поездов в СМГС согласована маршрутная скорость 150 км/сутки с дополнительным увеличением срока доставки на одни сутки при перегрузке контейнера на платформы другой ширины колеи. Такой низкий порог скорости связан с целым рядом проблемных вопросов, не позволяющим выдерживать высокую (на уровне 500 и более км/сутки) маршрутную скорость движения поездов. Поэтому в настоящее время при длине маршрута из Китая в Европу 8500 км продолжительность нахождения поезда в пути оказывается соизмерима со временем морского контейнеровоза. В итоге при сопоставлении грузоподъемно-

стей судна и поезда железнодорожный транспорт не может конкурировать с морским.

Экспертные оценки показывают, что при гарантированном увеличении маршрутной скорости поездов до 500 км в сутки на железнодорожный транспорт может перейти от 5 до 15 % морских перевозок из Китая в Европу. Важно отметить, что уже сейчас морской транспорт на определенных направлениях достигает предельного уровня использования своих наличных пропускных способностей, превышающих 90 %. В условиях постоянного роста грузовых перевозок переход некоторой доли грузопотока на железнодорожный транспорт с использованием коридоров Великого шелкового пути не приводит к потерям для морского транспорта, а только будет способствовать повышению качественного обслуживания клиентов в международном сообщении.

Таким образом, эффективное взаимодействие различных видов транспорта с повышением роли железнодорожного транспорта позволит существенно повысить качество транспортного обслуживания. Важный резерв такого повышения связывается с сокращением длины маршрута перевозки грузов. Транспортные коридоры, проходящие через территорию Туркменистана, оказываются достаточно удобными с географической точки зрения и обладают значительным инфраструктурным потенциалом. Увеличение объемов перевозок грузов между Китаем и Европой, в условиях ограниченных пропускных способностей морского транспорта, несомненно, будет способствовать развитию железных дорог региона, обуславливая соответствующий рост транзита через Туркменистан.

---

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

- Ходжанепесов Какабай Аннасахетович, г. Ашхабад, Туркменский государственный институт транспорта и связи, проректор по учебной работе;
- Головнич Александр Константинович, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», заведующий кафедрой «Транспортные узлы», д-р техн. наук.

УДК 656.225

### **ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ ПРИ ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ДОСТАВКИ ГРУЗОВ**

*А. И. КИРИЧЕНКО, А. А. ПРИЙМАК*

*Государственный университет инфраструктуры и технологий, г. Киев,  
Украина*

Современные условия работы железной дороги обуславливают необходимость использования новых инструментов управления эксплуатационной

работой и изменения алгоритмов расчета существующих показателей ее работы. Концепция логистического взаимодействия подсистем при транспортировке груза предусматривает на практике соблюдение согласованных временных характеристик перевозки, контроль за соблюдением времени доставки груза со стороны диспетчерского аппарата и формирования количественной оценки качества предоставления транспортной услуги.

В настоящее время управление эксплуатационной работой реализуется через единое информационные пространство (ИП) автоматизированной системы контроля грузовых перевозок (АСК ВП УЗ-Е) с использованием информационных моделей и образов объектов управления.

Функционирование ИП создает предпосылки для прогноза продвижения грузопотоков, времени передачи груза клиенту в соответствии с договором, а также для осуществления контроля за отклонениями от прогноза. На данный период контроль за доставкой груза диспетчерским аппаратом не производится, организация эксплуатационной работы не предусматривает функции контроля за продвижением груза. Как следствие, информационная система железной дороги АСК ВП УЗ-Е представляет собой хранилище данных, описывающих выполненную работу, на основании переданных данных с автоматизированных рабочих мест (АРМ) работников станций и служит основой для формирования отчетности.

С другой стороны, бизнес-окружение нуждается в полной прозрачности действий и решений, принимаемых диспетчерским аппаратом. Это обуславливает необходимость перехода от информационной системы, как хранилища данных, к интеллектуальной системе (ИС), где осуществляется прогноз, контроль и оценка качества предоставляемой услуги по перевозке груза.

Предложено данные о прогнозируемом (договорном) и фактическом времени осуществления перевозок грузов накапливать в существующей информационной базе, образуя массив данных для оценки качества процесса перевозок, адекватности математической модели или для корректировки модели в случае существенных изменений. С этой целью на каждом этапе обработки груза установлено нормативное время (максимальное плановое время обработки). Фактическое время обработки может быть меньше нормативного, близкое к нормативному или превышать его. Оценка процесса доставки, в т.ч. перевозки, предложено осуществлять с использованием аппарата нечётких множеств. На основе фактических данных построены функции принадлежности лингвистической переменной для описания времени пребывания груза в каждом состоянии. Для моделирования выбрано представление с такими характеристиками этапов обработки, как «приемлемое», «нормальное», «явное», «значительное» и т.д., с соответствующими

функциями принадлежности. Расчеты осуществлены с использованием статистической системы R.

Диспетчерскими службами железной дороги осуществляется контроль движения поездов в соответствии с установленным графиком движения, но пока не существует «инструментов», которые контролируют и оценивают качество доставки груза.

Предложенная оценка эксплуатационного отклонения по категорированной шкале может быть передана в лингвистической форме диспетчерскому аппарату для принятия решения. В соответствии со шкалой перевозка с оценкой «значительное», «серьёзное», «критическое», «надкритическое» (отклонение) требует управленческого вмешательства. Таким образом, метод позволит обеспечить контроль за соблюдением времени доставки груза со стороны диспетчерского аппарата и реализует формирование количественной оценки качества предоставления транспортной услуги.

---

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

- Кириченко Анна Ивановна, г. Киев, Государственный университет инфраструктуры и технологий, заведующая кафедрой «Управление процессами перевозок», канд. техн. наук, доцент;
- Приймак Андрей Александрович, г. Киев, Государственный университет инфраструктуры и технологий, аспирант кафедры «Управление процессами перевозок».

УДК 656.22.05

## **ОЦЕНКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ МИКРОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ К ВОЗДЕЙСТВИЮ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ АТАК**

*К. А. БОЧКОВ, Н. В. РЯЗАНЦЕВА*

*УО «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель*

*Д. В. КОМНАТНЫЙ*

*УО «Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого»*

Научные исследования профессора И. Г. Тихомирова и ученых его научной школы в области разработки графика движения поездов и оперативного управления поездной работой на железнодорожных участках основаны на оценке надежности устройств инфраструктуры и выполнении требований

безопасности в соответствии с установленными в нормативно-правовых актах техническими нормами.

Современные системы железнодорожной автоматики и телемеханики (СЖАТ), построенные на основе аппаратно-программных комплексов, являются высокоинтеллектуальными системами управления движением поездов, обеспечивающими заданный уровень безопасности их функционирования. Вместе с тем, использование микроэлектронной элементной базы, микропроцессоров и IT-технологий привели к появлению новых видов угроз по обеспечению безопасности движения поездов.

Одним из новых видов угроз микропроцессорным СЖАТ является «электромагнитный терроризм», суть которого заключается в преднамеренном воздействии на них сверхширокополосным импульсом помех (СШИП) высокой энергии.

Следует отметить, что воздействие СШИП различной энергии на микроэлектронные СЖАТ могут приводить как к сбоям в работе объектных контроллеров, так и к физическому разрушению элементной базы, влияющих на возможное появление опасных отказов.

Такие импульсы, в отличие от традиционных источников помех, обладают распределением спектральной плотности в диапазоне от сотен МГц до единиц ГГц, что позволяет им легко проникать в аппаратно-программные комплексы (АПК) микроэлектронных устройств через паразитные емкостные каналы. Отличительной особенностью СШИП является также соизмеримость длительности воздействия импульсов с длительностью рабочих и тактовых импульсов АПК СЖАТ, что делает их значительно опаснее, чем воздействие электромагнитного импульса высотного ядерного взрыва микросекундной длительности с шириной спектра от единиц кГц до сотен МГц.

При проведении испытаний на устойчивость к воздействию СШИП обычно используют специальные генераторы с излучателями на основе антенной решетки из ТЕМ-рупоров или излучателей на основе параболических рефлекторов. Исходя из этого можно предположить использование таких же методов и при преднамеренном воздействии («электромагнитном терроризме») на микроэлектронные СЖАТ. Рупорные излучатели образуют сферические, сравнительно слабонаправленные волны, а параболические рефлекторы формируют плоскую остронаправленную волну с шириной диаграммы в несколько градусов.

В условиях прямой видимости объекта поражения допустимо использовать выражения для поля указанных типов волн во временной области:

$$\text{– плоская волна – } E(R, t) = \frac{1}{2} E_m f \left( t - \frac{R}{c} \right) e^{-\frac{\gamma}{2} R},$$

$$\text{– сферическая волна – } E(R, t) = \frac{1}{R} E_m f \left( t - \frac{R}{c} \right) e^{-\gamma R},$$

где  $E(R, t)$  – мгновенное значение напряженности электрического поля, В/м;  $E_m$  – амплитуда напряженности, В/м;  $R$  – расстояние, м;  $t$  – время, с;  $c$  – скорость света, м/с;  $\gamma$  – коэффициент затухания,  $\text{м}^{-1}$ .

Из приведенных выражений следует, что плоская волна затухает за счет рассеяния в среде, которое в воздушном пространстве достаточно слабо. Сферическая волна затухает с расстоянием и за счет рассеяния в среде. Поэтому плоские волны являются наиболее опасными с точки зрения функционирования аппаратуры СЖАТ.

Указанные соотношения для плоской волны показывают, что волна в точке наблюдения имеет ту же форму что и волна, излученная антенной. Амплитуда волны в точке наблюдения мало изменяется по сравнению с излучаемой. Отверстие в корпусе-экране АПК СЖАТ вырезает из фронта волны импульс напряженности поля  $E(t)$ , форма которого совпадает с формой импульса излученной волны.

При воздействии на то же отверстие генератором-имитатором сверхширокополосных импульсных помех напряжение генератора также создает импульс напряженности поля в отверстии. Поэтому, подобрав генератор соответствующих импульсов или воздействуя на отверстие эквивалентным импульсом, можно косвенно оценить последствия электромагнитного импульса преднамеренного воздействия. Наиболее близким по форме и ширине спектра является использование стандартного генератора электростатических разрядов, например в соответствии с ГОСТ 30804.4.2.

При использовании такого подхода не требуется проводить испытания в безэховых камерах с использованием дорогостоящих генераторов и излучателей СШИП с напряженностями электрического поля от единиц до сотен кВ/м. Это позволит спрогнозировать поведение АПК СЖАТ при применении преднамеренного воздействия «электромагнитного терроризма» с предполагаемыми характеристиками используемого генератора в функции от расстояния прямой видимости на объект АПК СЖАТ.

Зная характеристики электрической составляющей поля в раскрыве отверстия, можно численным или аналитическим методом получить оценку поля, проникающего сквозь неоднородность внутрь корпуса ТС ЖАТ, и энергии помех, наведенной в паразитных антеннах узлов ТС. При этом оценка аналитическим методом является пессимистической, так как перекрывает все возможные резонансы в электродинамической системе ТС ЖАТ.

Для практической реализации описанной методики, ускорения расчетной работы в Научно-исследовательской лаборатории (НИЛ) «Безопасность

и электромагнитная совместимость технических средств» (БЭМС ТС) НИИЖТа при БелГУТе разработана программа [1], которая осуществляет расчеты параметров помех внутри корпуса-экрана с неоднородностями. Предусмотрена возможность расчета параметров помехового излучения от круглого и прямоугольного отверстий, тонкой щели, болтового соединения, при воздействии на апертуру биэкспоненциального и гауссового импульсов напряжения. При этом в окне программы выбираются вид импульса, форма неоднородности экрана, задаются параметры импульса, неоднородности, координаты точки наблюдения внутри корпуса. Затем в результате работы программы пользователь получает значения составляющих вектора потока энергии в заданной им точке наблюдения.

Полученные в НИЛ «БЭМС ТС» НИИЖТа при БелГУТе научные результаты позволяют проводить оценку соответствия по требованиям к функциональной безопасности, а также прогнозировать поведение АПК СЖАТ при преднамеренном воздействии СШИП.

#### **Список литературы**

1 Бочков, К. А. Системный подход к прогнозированию воздействия сверхширокополосных импульсов помех на ключевые системы информационной инфраструктуры / К. А. Бочков, Д. В. Комнатный // Технологии ЭМС. – 2017. – № 4. – С. 3–10.

---

#### **СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:**

- Бочков Константин Афанасьевич, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», профессор кафедры «Автоматика, телемеханика и связь», научный руководитель испытательной лаборатории «Безопасность и электромагнитная совместимость технических средств», д-р техн. наук;
- Комнатный Дмитрий Викторович, г. Гомель, Гомельский государственный технический университет им. П. О. Сухого, доцент кафедры «Теоретические основы электротехники», канд. техн. наук;
- Рязанцева Наталья Васильевна, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», доцент кафедры «Информационно-управляющие системы и технологии», канд. физ.-мат. наук.

## СЕКЦИОННЫЕ ЗАСЕДАНИЯ

---

УДК 656.21

### ОПЫТ СОЗДАНИЯ И РАБОТЫ ОБЪЕДИНЕННОЙ СТАНЦИИ ЛИДА

*А. П. АБРАМЧУК*

*ГО «Белорусская железная дорога», г. Лида*

С 01.12.2016 года с разрешения Начальника Белорусской железной дороги согласно приказу начальника Барановичского отделения № 774П в состав станции Лида включены 10 промежуточных станций: Минойты, Неман – 5-го класса; Гутно, Гавья, Юратишки, Скрибовцы, Рожанка, Гуды, Бастуны, Беньконе (приграничная с Литовской ж.д.) – 4-го класса; Гавья – 3-го класса. Из указанных станций 7 открыты для грузовых операций.

Основной задачей объединения явилась централизация административного и оперативного управления, направленная на повышение эффективности эксплуатационной деятельности, оптимизацию штата работников, усовершенствование технологического процесса, улучшение условий охраны труда и безопасности движения.

По состоянию на 01.12.2016 г. до включения промежуточных станций количество работников станции Лида составляло 244 штатных единицы. После создания объединенной станции штатная численность увеличилась на 92 единицы и составила 336 единиц.

На 1-м этапе оптимизации организационной структуры за прошедший период за счет совмещения профессий и изменения технологических особенностей исключены из штатного расписания приемосдатчики груза и багажа – 3 единицы, билетные кассиры – 2 единицы, ДСП – 2 единицы, станционные рабочие – 2 единицы, дежурный по выдаче справок – 1 единица. Годовая экономия фонда заработной платы за счет оптимизации численности в 2017 году составила 85 тысяч рублей. Штатная численность по состоянию на 01.10.2018 г. составляет 326 человек. В штат объединенной станции Лида были введены единицы заместителя начальника станции по кадрам, инженера по охране труда, инженера по безопасности движения. На руководителей и специалистов станции Лида были возложены следующие дополнительные обязанности по работе с линейными станциями:

- проведение семинаров с работниками линейных станций с участием ДНЧ, работников отдела перевозок, смежных предприятий узла;
- проведение аттестации, проверка теоретических знаний;
- участие в «Днях безопасности», «Охраны труда»;
- разбор и устранение замечаний актов плановых проверок;
- посещение линейных станций как с внезапными проверками, так и для решения вопросов улучшения условий труда, безопасности движения, взаимодействия с местными органами власти.

Изменился порядок разработки, сопровождения, корректировки технической документации. Данную работу ведут начальники линейных станций совместно с инженером по безопасности движения, охраны труда, заместителями начальника станции. Внесены изменения в нормативы личного участия в обеспечении безопасности движения руководителей и специалистов станции Лида. Начальником станции Лида издан приказ о закреплении командного состава за промежуточными станциями с целью оказания практической помощи, активизации эксплуатационной работы, решения вопросов безопасности движения, охраны труда, ведения профилактической работы. Посещение каждой линейной станции начальником станции Лида производится 1 раз в квартал, закреплённые специалисты производят посещение 1 раз в месяц.

*Организация эксплуатационной работы.* Учитывая территориальную удаленность, а также расположение станций, клиентов-грузополучателей, грузоотправителей в четырех районах (Лидский, Ивьевский, Вороновский, Щучинский), активизирована работа по взаимодействию с руководителями органов местной власти и предприятий клиентов железной дороги.

Работниками станции Лида проводятся совещания с клиентами, маркетинговые исследования, основной целью которых являются:

- привлечение новых клиентов (за 2018 год привлечено 34 новых клиента);
- решение вопросов погрузки частных вагонов;
- увеличение объемов погрузки;
- своевременность выгрузки вагонов;
- проверка состояния путей необщего пользования, разработка технической документации.

Эксплуатационная работа, развоз местного груза, обеспечение промежуточных станций порожними вагонами осуществляются вывозными поездами станции Лида. Применяется гибкая система назначения вывозных поездов за счет:

- переноса времени отправления вывозных поездов со станции Лида;
- отмена вывозных поездов при отсутствии вагонов в адрес станций;
- организация работы вывозных поездов в две смены.

При изменении способа организации местной работы на полигоне объединенной станции учитываются местные условия, эксплуатационная обстановка, потребности клиентов. В качестве меры оперативного регулиро-

вания развоза местного груза на станции Гуды, Бастуны, Гутно используется один из маневровых локомотив станции Лида.

Оперативный контроль за организацией местной работы на полигоне объединенной станции осуществляет заместитель начальника станции Лида, а организацию оперативного регулирования – маневровый диспетчер совместно с дежурными работниками отдела перевозок по планированию. Оперативная работа по развозу местного груза позволила обеспечить выгрузку в 2018 году 1 млн 250 тыс. т щебня и других навалочных грузов по станциям Гавья, Гутно, Лида в период реконструкции и строительства трассы М6 Минск – Гродно. Результатом этой работы явилось выполнение следующих показателей за 10 месяцев 2018 года к аналогичному периоду 2017 года (таблица 1)

Таблица 1

Показатель	Выполнение	По отношению к прошлому году, %
Погрузка	549 тыс. т	114
Выгрузка	28140 вагонов	142
Вагонооборот	2955 вагонов в сутки	106
Средний вес поезда	3480 т	101
Переработка на горке	680 вагонов в сутки	110
Простой вагона без переработки	2,97 ч	-4
Простой вагона с переработкой	10,65 ч	-6
Простой местного вагона, приходящийся на одну грузовую операцию	20,5 ч	-4

Доходы составили 5 млн 42 тыс. руб., или 128 % к уровню соответствующего периода прошлого года, прибыль выполнена на уровне 154 %, достигнут рост рентабельности на 6 %. Выполнение показателей обеспечило рост среднемесячной заработной платы работников на 23,4 %.

Дальнейшее развитие и усовершенствование перевозочного процесса предполагает следующие мероприятия. Планируется строительство диспетчерской централизации с переводом на работу в дневное время станций Неман, Минойты, Гуды, Бастуны, Беньяконе. Введение диспетчерской централизации позволит сократить штатную численность, снизить эксплуатационные расходы, уменьшить расходы на содержание зданий и сооружений. В 2019 году с учетом наличия технических средств диспетчерской централизации и в связи с окончанием строительства трассы М6, прекращением выгрузки строительных грузов по станциям Гутно, Гавья планируется изменение режима работы станций: обслуживание станций будут осуществлять начальник станции и 1 дежурный по станции. Разрабатывается технико-экономическое обоснование на строительство видеонаблюдения Молодечненского парка станции Лида, планируется установка 70 камер наблюдения. Это позволит усилить контроль за соблюдением безопасности движения, охраны труда, повысить ответственность работников.

Успешной работе объединенной станции Лида способствовала организационная и техническая помощь, оказываемая отделом перевозок отделения и службой перевозок Белорусской железной дороги. Результатом объединения станций явилось: уменьшение штатной численности, увеличение объемов эксплуатационной работы; улучшение качества использования подвижного состава; рост экономических показателей и заработной платы; централизация оперативного и административного управления; формирование единого производственного коллектива и единых смен оперативного управления эксплуатационной работой.

---

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

■ Абрамчук Андрей Павлович, г. Лида, ГО «Белорусская железная дорога», заместитель начальника железнодорожной станции Лида.

УДК 656.2.004

**ЗНАЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ И ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ  
ПОДСИСТЕМ СТАНЦИЙ ПЕРЕДАЧИ ВАГОНОВ  
В ОРГАНИЗАЦИИ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

*А. А. АКСЁНЧИКОВ*

*УО «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель*

В настоящее время многие страны (Россия, Китай, страны ЕС) реализовывают глобальные проекты, связанные с экспортом своих товаров. Часть логистических схем доставки реализуются через Республику Беларусь с использованием железнодорожного транспорта. В этих логистических цепочках станция передачи вагонов (СПВ) играет важную технологическую роль. На СПВ выполняются операции по передаче вагонов и груза под ответственность железнодорожных администраций сопредельных государств.

Для передачи вагонов и грузов необходимо произвести прямо-сдаточные операции на СПВ, которые вызывают дополнительные технологические действия работников и необходимость присутствия контролирующих органов, что влечет за собой увеличение времени обработки поезда. Если на СПВ происходит слияние различной ширины колеи (1520 мм с 1435 мм), то технологическое время подготовки к передаче вагонов и груза ещё больше увеличивается.

На СПВ происходит взаимодействие различных участников перевозочно-го процесса, которые выполняют свои задачи по контролю и обслуживанию поездов, следующих в международном сообщении. Это характеризует СПВ как сложную транспортную систему, требующей комплексной технологии

работы и ритмичного взаимодействия всех участников перевозочного процесса. Классические условия взаимодействия подсистем технических станций разработаны И. Г. Тихомировым в докторской диссертации.

Республика Беларусь находится на внешней границе Евразийского экономического союза (ЕАЭС), функции при приемо-сдаточных операциях с поездами, следующими в международном сообщении, выполняются на 80 % СПВ в полном объеме. И только на 20 % СПВ, граничащих с железнодорожными администрациями России, выполняются в упрощенном варианте.

В международном сообщении обслуживаются транспортные потоки (поезда, локомотивы, вагоны), структура и объекты которых изменяются во времени и влияют на состояние технологических систем (железнодорожных станций) и подсистем (парков и технологических каналов в них). Увеличение транспортного потока в какой-то промежуток времени может приводить к увеличению нагрузки и задержкам в работе одних подсистем, которые вызывают соответствующие изменения в работе других подсистемах.

Для определения взаимосвязи подсистем и каналов, участвующих в обслуживании поезда, необходимо выполнить декомпозицию технологии на основные операции, выполняемые с поездом.

По прибытию поезда на СПВ с ним выполняются последовательно (параллельно-последовательно) операции по прибытию (парки приема, приемо-отправочный, транзитный), расформированию (сортировочная горка), накоплению на путях сортировочного парка, окончании формирования накопленных составов поездов (сортировочный парк, вытяжные пути) и операции по отправлению (парки отправления, приемо-отправочный, транзитный). Технологический процесс на СПВ можно представить в виде графа, состоящего из последовательных (параллельно-последовательных) подсистем массового обслуживания.

Некоторые из перечисленных операций могут выполняться параллельно: обработка поезда на приемо-отправочных путях по прибытию (отправлению) технологическим каналом, состоящим из двух и более бригад, каждая бригада может обрабатывать только один поезд; работа на вытяжных путях двух и более маневровых локомотивов, каждый из которых формирует составы поездов на определенной группе сортировочных путей.

На СПВ реализуется технология обработки транзитных поездов. Если приемо-отправочные пути используются и для транзитных поездов, и для поездов своего формирования, то их обрабатывают одни и те же технологические каналы (бригады ПТО, ПКО, работники СТЦ, сотрудники органов пограничной службы и должностные лица таможи). Это одна подсистема обработки по прибытию (отправлению). Если на СПВ имеется специализированный парк для транзитных поездов, обрабатываемых отдельными технологическими каналами, то появляется дополнительная подсистема обслуживания. Таким образом, кроме ряда последовательных подсистем массового обслуживания, граф подсистем в зависимости от схемы СПВ и принятой техно-

логии ее работы может включать и ряд параллельных подсистем обслуживания. Конфигурация графа и состав его подсистем должны рассматриваться применительно к конкретным схемам СПВ с учетом особенностей их работы.

На основе исследования технологии работы и инфраструктуры СПВ Белорусской железной дороги разработана типовая схема графа обслуживания транспортного потока, который может состоять из 12 (или меньше) последовательно и параллельно действующих подсистем.

В работе СПВ существует постоянная взаимосвязь технологических каналов (бригады ПТО, ПКО, работники СТЦ, сотрудники органов пограничной службы и должностные лица таможи) в подсистемах станции. Технологические процессы каналов не всегда согласованы, что приводит к задержкам обработки вагонов и составов. Например, время обработки состава технологическими каналами может не соответствовать интенсивности поступления поездов в переработку, вследствие чего возникает межоперационный простой в ожидании обработки по прибытию. Состав может быть подготовлен к выпуску и простаивать в его ожидании, если на сортировочной горке не закончено расформирование состава. Подобные межоперационные простои возможны практически перед выполнением любой технологической операции.

С технологической точки зрения необходимо стремиться к уменьшению или ликвидации межоперационных простоев, однако экономически это не всегда оправданно, поскольку требует значительных материальных и финансовых затрат. Поэтому за оптимальную величину простоя вагонов должна быть принята величина, соответствующая оптимальному варианту технологии и технического оснащения СПВ, т.е.  $t_{\text{опт}} = \{t_i\}$ , при котором комплексный критерий эффективности, принятый для сравнения вариантов, имеет минимальную величину.

В результате исследования технологии обработки поездов на СПВ Орша-Центральная, Молодечно, Брест-Восточный, Гомель, Витебск, Лида, Лунинец, Калинковичи, Полоцк, Брест-Северный установлено количество технологических каналов, участвующих в обработке поездов международного сообщения, и среднее время, затрачиваемое на обслуживание грузового поезда. На основании этих исследований можно выделить режимы взаимодействия СПВ со станциями железнодорожных администраций, входящих в ЕАЭС, ЕС и СНГ.

На время обработки поезда влияет также то, что только на 30 % СПВ производится пограничный контроль. На 50 % СПВ пограничный контроль отсутствует, он производится до прибытия поезда на первой железнодорожной станции (или специально оборудованных пунктах пропуска), которая расположена после государственной границы. На 20 % СПВ пограничный и таможенный контроль не производится в связи с отправлением (прибытием) поездов в (из) Российскую Федерацию.

В подсистемах СПВ с поездами, следующими в международном сообщении, выполняются прямо-сдаточные операции, присущие только СПВ (первая категория операций), и операции, выполняющиеся на технических

железнодорожных станциях (вторая категория операций). Так, принимая транзитный поезд от железнодорожной администрации сопредельного государства, технологические каналы выполняют приемо-сдаточные операции с ним, после этих операций с поездом могут выполняться операции по изменению веса и (или) длины состава, смене локомотива и (или) локомотивной бригады. Перед сдачей транзитного поезда железнодорожной администрации сопредельного государства с ним могут выполняться операции по изменению веса и (или) длины состава, смене локомотива и (или) локомотивной бригады, после которых производятся приемо-сдаточные операции.

По прибытию на СПВ транзитного поезда с переработкой, следующего в международном сообщении, после выполнения приемо-сдаточных операций на приемо-отправочных путях, далее с поездом выполняются все те же операции, что и с поездом внутриреспубликанского сообщения (подготовка к расформированию, расформирование, накопление, окончание формирования и др.).

С международным поездом своего формирования до приемо-сдаточных операций в парке отправления выполняются такие же операции, что и с поездом внутриреспубликанского сообщения.

В зависимости от режима взаимодействия СПВ (I или II режим) со станциями железнодорожных администраций сопредельных государств изменяется количество технологических каналов и время, затрачиваемое на обслуживание поезда. Таким образом, можно сказать, что своевременное и качественное выполнение СПВ своих функций зависит также от структуры и взаимосвязи подсистем станции и технологических каналов обслуживания поездов в них. Все это влияет на организацию эксплуатационной работы СПВ.

---

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

■ Аксёничков Александр Александрович, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта, старший преподаватель кафедры «Управление эксплуатационной работой и охрана труда».

УДК 656.224

## **ГРАВИТАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГОРОДА И ПАССАЖИРСКОГО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

*Т. А. ВЛАСЮК*

*УО «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель*

В 1848 г. бельгийский математик и социолог Кетле А. в труде «Социальная система и законы, ею управляющие» выявил наличие аналога гравитационной силы в общественных явлениях, которая в 1858 г. была представ-

лена американским экономистом и социологом Г.Ч. Кэри в формализованном виде с учетом пропорциональности части обществ, участвующих в рассматриваемом общественном явлении, и расстояния между ними [1–4, 14]. В контексте вышеизложенного могут быть рассмотрены гравитационные модели межтерриториальных взаимодействий городов в агломерации, позволяющие выявить закономерности их социально-экономических взаимосвязей. Заслуживает внимания гравитационная модель, основанная на взаимодействии пространственных объектов при анализе населения и хозяйственной деятельности. Согласно М. П. Власову и П. Д. Шимко, «в различных модификациях подобные модели используются при исследовании процессов урбанизации, размещения промышленности, экспортно-импортных взаимосвязей, миграции населения, а их общая черта заключается в том, что сила взаимодействия (интенсивность потоков) зависит от значимости (величины) объектов и расстояния между ними» [7].

В таблице 1 приведены основные гравитационные модели и их модификации, учитывающие расстояние между населенными пунктами и городами.

Таблица 1 – Ретроспектива построения гравитационных моделей межтерриториальных взаимодействий городов в агломерации

Гравитационная модель	Формализованный вид	Условные обозначения
Г. Ч. Кери (1858 г.)	$F_{ij} = \frac{KT_iT_j}{d_{ij}^2}$	$F_{ij}$ – сила общественных явлений; $K$ – коэффициент пропорциональности; $T_i$ и $T_j$ – части обществ, участвующие в рассматриваемом общественном явлении; $d_{ij}$ – расстояние между двумя обществами или двумя частями обществ, участвующих в рассматриваемом общественном явлении
Рейли–Конверса (1938 г.)	$A_{ij} = \frac{KP_i}{d_{ij}^2}$	$A_{ij}$ – притяжение города $i$ в точке $j$ ; $K$ – постоянный коэффициент; $P_i$ – численность населения города $i$ ; $d_{ij}$ – расстояние до точки $j$
Теория гравитационных моделей Д. Стюарта (1948 г.)	$M_{ij} = \frac{KP_iP_j}{d_{ij}^2}$	$M_{ij}$ – показатель взаимодействия между районами $i$ и $j$ – демографическая сила; $K$ – коэффициент пропорциональности (количество поездов или других средств взаимодействия); $P_i$ и $P_j$ – численность населения районов $i$ и $j$ соответственно; $d_{ij}$ – расстояние между районами $i$ и $j$

## Окончание таблицы 1

Гравитационная модель	Формализованный вид	Условные обозначения
Введение У. Изардом понятия комплементарности в гравитационную модель (1960 г.)	$M_{ij} = \frac{P_i}{d_{ij}^2} f(Z_i),$	$f(Z_i)$ – некая функция от $Z_i$ – силы притяжения пункта назначения $i$ .
Вероятностная гравитационная модель У. Изарда (1966 г.)	$M_{ij} = G \frac{w_i (P_i)^\alpha w_j (P_j)^\beta}{d_{ij}^b},$	$P_i$ и $P_j$ – численности населения двух центров миграции (двух масс); $w_i$ и $w_j$ – веса этих масс, характеризующие те или иные их особенности (социально-экономические и др.); $d_{ij}$ – расстояние между массами; $\beta$ , $b$ , $\alpha$ и $G$ – коэффициенты модели
Современные модели торговых и миграционных потоков	$M = \frac{KN_1 N_2}{d^2},$	$M$ – показатель миграционных процессов; $K$ – коэффициент пропорциональности; $N_1$ и $N_2$ – численность мигрирующего и принимаемого миграцию населения; $d$ – расстояние между населенными, участвующими в миграционных процессах
Л. Л. Рыбаковский (2003 г.)	$K_{ij} = \frac{M_{ij}}{\sum_{i=1}^m M_{ij}} + \frac{S_i}{\sum_{i=1}^m S_i} =$ $\frac{M_{ij} \sum_{i=1}^m S_i}{S_i \sum_{i=1}^m M_{ij}},$	$K_{ij}$ – коэффициент интенсивности межрайонных миграционных связей; $M_{ij}$ – число мигрантов, прибывших из $i$ -го района выхода в $j$ -й район вселения; $S_i$ – численность населения $i$ -го района выхода; $m$ – число всех районов выхода

Гравитационная модель Рейли – Конверса, разработанная в 1931 г. У. Рейли и в 1938 г. модифицированная Конверсом П., базируется на гипотезе, что величина (сила) взаимодействия пропорциональна произведению показателей значимости (например, количества или величины) объектов и обратно пропорциональна расстоянию между данными объектами [1–4, 15]. В данной модели, предназначенной для определения зон влияния города на сельскую местность как поставщика товаров (услуг) и апробированной на городах США, установлено, что чем выше численность населения города, тем он интенсивней «притягивает» население зоны тяготения города. Как отмечает в своих исследованиях Л. Э. Лимонов, численность населения заменялась торговым оборотом или размером торговой площади, а расстояние – показателями доступности (временем, затрачиваемым на поездку, стоимостью поездки или иными издержками передвижения). Согласно Л. Э. Лимонову, «с помощью гравитационной модели

У. Рейли можно определить степень экономического взаимодействия между двумя городами – количество передвижений маятниковой трудовой миграции» [5, 15].

В качестве классической модели оценки интенсивности взаимосвязей между районами принято выделять гравитационную модель Д. Стюарта, которая, предназначена для выявления социально-экономических и социальных взаимодействий между районами. Д. Стюарт установил, что «взаимодействие между совокупностями людей подчиняется законам, аналогичным закону гравитационного моделирования, а именно величина (сила) взаимодействия между населёнными пунктами пропорциональна произведению показателей численности населения и обратно пропорциональна квадрату расстояния между этими пунктами» [13]. При этом освоённость территорий можно характеризовать показателем демографического потенциала, имеющего высокую степень корреляции с развитием дорог, размещением розничной торговли, занятостью сельского населения в отраслях промышленности и т. д.

Помимо вышеизложенного следует отметить исследования академика А. А. Тюняева, который рассматривает возможность применения «закона всеобщего взаимодействия», при изучении взаимодействий систем сформированного на основе закона Организмики – «Коммуникативно всё» [10]. По мнению А. А. Тюняева, фундаментальные законы физики (закон Кулона, закон Ньютона) являются «естественными частными случаями взаимодействия вполне определённых систем» [10], что позволило автору выполнить анализ нескольких «частных вариантов» взаимодействия систем (например, модель гравитационной силы Г. Ч. Кери, закон гравитации розничной торговли У. Рейли, теорию гравитационных моделей Д. Стюарта и др.) и сделать следующие выводы:

- 1) во взаимодействии участвуют два организма;
- 2) параметром расчётов является параметр, определяющий существо взаимодействия;
- 3) расчёт каждого из взаимодействий идёт по одному аналогичному типу параметров;
- 4) сила взаимодействия между двумя организмами прямо пропорциональна произведению величин однотипных параметров и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними [10].

Большой вклад в изучение миграционных процессов внес Л. Л. Рыбаковский, которым для оценки миграционных взаимодействий предложено использовать коэффициент интенсивности миграционных связей, рассчитываемый для каждой пары поселений и позволяющий выявить степень их интенсивности [8].

В настоящее время А. Е. Чепиком предложено оценку внутрирегиональных взаимодействий проводить на основе «корреляционно-регрессионного анализа социально-экономических показателей развития муниципальных образований», что «позволит выявить связи, определить их характер, проанализировать основные тенденции и даст возможность построить прогноз внутрирегионального взаимодействия» [12]. Использование регрессионных методов анализа связано

с необходимостью получения практических выводов относительно степени зависимости определенных факторов в процессе анализа межтерриториальных взаимодействий. Однако согласно И. М. Прибытковой, «регрессионные модели могут давать невысокие значения коэффициентов множественной регрессии, что объясняется тем, что предположение о линейной зависимости результативного признака от факторных не соответствует действительности» [11]. Кроме того, существенные ограничения накладывает недостаточное количество статистических данных по ряду необходимых показателей, а также невозможность их сопоставления в территориальном разрезе. Поэтому необходимо дополнение регрессионного анализа методами экспертной оценки и социологическими исследованиями.

Таким образом, выполненный анализ показал, что при расчете простейшей гравитационной модели не учитывается ряд факторов, например, «фактор привлекательности населенного пункта для пассажиров», который может зависеть, например, от его расположения относительно других поселений [5–8]. Согласно исследованиям, проведенным А. Фотерингемом, поселение агломерации, наиболее привлекательное для посещения, может породить большие взаимодействия, чем изолированно расположенное поселение [16, 17]. Поэтому, согласно «моделям конкурирующих центров», при исследовании агломерационных взаимодействий в гравитационную модель целесообразно включить «индекс посещаемости поселения», позволяющий моделировать агломерационные эффекты в аспекте межпоселенческих взаимодействий [16, 17].

### Список литературы

- 1 Кетле, А. Социальная система и законы, ею управляющие / А. Кетле ; перевод с фран. Л. Н. Шаховского. – 2-е изд. – М. : Либроком, 2012. – 311 с.
- 2 Кэри, Г. Ч. Руководство к социальной науке / Г. Ч. Кэри ; пер. с англ. Л. Н. Шаховской. – СПб. : Издание кн. Шаховского, 1869. – 704 с.
- 3 Борисов, Е. Ф. Хрестоматия по экономической теории / Е. Ф. Борисов. – М. : Юристъ, 1997. – 520 с.
- 4 Баранский, Н. Н. Об экономико-географическом изучении городов / Н. Н. Баранский // Вопросы географии. – 1946. – № 3. – С. 19–62.
- 5 Лимонов Л. Э. Региональная экономика и пространственное развитие / Л. Э. Лимонов. – М. : Юрайт, 2015.
- 6 Бугроменко, В. Н. Транспорт в территориальных системах / В. Н. Бугроменко – М. : Наука, 1987. – 112 с.
- 7 Власов, М. П. Моделирование экономических процессов / М. П. Власов, П. Д. Шимко. – Ростов н/Д : Феникс, 2005. – 409 с.
- 8 Рыбаковский, Л. Л. Миграции населения. Три стадии миграционного процесса (Очерки теории и методов исследования) / Л. Л. Рыбаковский. – М., 2003. – 217 с.
- 9 Изард, У. Методы регионального анализа: введение в науку о регионах / У. Изард. – М. : Прогресс, 1966.
- 10 Тюняев, А. А. Закон «коммуникативно всё» как первый фактор обобщения взаимодействий различной природы / А. А. Тюняев // *Organizmica*. – 2009. – № 3–4 (19–20). – С. 2–7.

11 **Прибыткова, И. М.** Об использовании корреляционно-регрессионного анализа в перспективном планировании территориальной подвижности населения / И. М. Прибыткова // Организация и планирование отраслей народного хозяйства. – 1986. – № 83. – С. 103–114.

12 **Чепик, А. Е.** Исследование свойств экономического пространства региона с помощью статистических методов / А. Е. Чепик // Российское предпринимательство. – 2013. – № 24. – С. 127–132.

13 **Stewart, J. Q.** Demographic Gravitation: Evidence and Application / J. Q. Stewart // Sociometry, 1948. – № 1–2. – Pp. 31–58.

14 **Carey, H. C.** Principles of social science / H. C. Carey. – Vol. 1. – Philadelphia : J.B. Lippincott & co, 1858. – 474 p.

15 **Reilly, W. J.** The law of retail gravitation. / W. J. Reilly. – New York, 1931. – 75 p.

16 **Fotheringham, A. S.** A new set of spacial-interaction models: the theory of competing destinations / A. S. Fotheringham // Envir. & Plan. A. – 1983. – № 15. – P. 15–36.

17 **Fotheringham, A. S.** Modelling hierarchical destination choice / A. S. Fotheringham // Envir. & Plan. A. – 1986. – № 18. – P. 401–418.

---

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

■ Власюк Татьяна Аркадьевна, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», декан факультета иностранных студентов, канд. техн. наук, доцент.

УДК 656.222.5(476)

## **СИСТЕМА ФОРМИРОВАНИЯ АКТУАЛЬНОГО РАСПИСАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ НА БЕЛОРУССКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ**

*С. В. ГРИГОРЬЕВ*

*Конструкторско-технический центр ГО «Белорусская железная дорога», г. Минск*

Одной из наиболее важных задач для адекватного диспетчерского управления поездной работой и для управления поездо-, вагоно-, пассажиро-потоками на железнодорожных направлениях является формирование актуального графика движения поездов (ГДП). Развитие центра управления перевозками (ЦУП) на железной дороге предполагает увеличение уровня интеллектуализации оперативного управления поездной работой на участках инфраструктуры. К основным направлениям автоматизации поездной работы можно отнести внедрение микропроцессорных систем интервального регулирования движения поездов и информационной модели разработки актуального графика движения поездов, связанного с реальными процессами поездообразования на технических станциях железной дороги и передачи поездов по межгосударственным стыковым пунктам. Работы научной

школы профессора И. Г. Тихомирова показывают, что такой системный подход позволяет усилить эффект от концентрации оперативного управления в ЦУП [1].

Актуальный график движения поездов (АГДП) должен учитывать особенности организации поездной работы на конкретные сутки и содержать только реальные для заданных суток нитки поездов. В настоящее время формирование актуального расписания в части поездов региональных линий эконом-класса, городских линий ведется вручную, а график грузовых поездов актуализируется только поездным диспетчером. На отдельные периоды формируются вариантные ГДП, но передаются конечным пользователям они, как правило, в бумажном виде.

Значительная трудоемкость работ не позволяет формировать актуальные варианты ГДП. Автоматизация разработки актуальных ГДП открывает возможность обоснованно выбирать оптимальные варианты прокладки грузовых поездов с учетом складывающейся поездной обстановки и объемов выполняемых ремонтно-профилактических работ на объектах инфраструктуры.

В настоящее время на Белорусской железной дороге (БЧ) разработана и внедрена в опытную эксплуатацию автоматизированная система формирования актуального расписания движения поездов на Белорусской железной дороге (далее АРДП).

Целями создания системы АГДП являются:

- автоматизация процессов обмена исходными данными для формирования актуального расписания движения поездов;
- формирование полной и достоверной информации об актуальном расписании движения поездов с целью ее последующего предоставления в иные автоматизированные системы БЧ;
- исключение издержек на ручное сопровождение справочника расписания движения поездов в базе данных нормативно-справочной информации (ПЭ НСИ);
- сокращение временных издержек на разработку вариантного графика движения поездов;
- уменьшение бумажного документооборота.

Для реализации поставленных целей решены ряд организационных, технологических, программных и технических задач.

Для разработки программного обеспечения определены технологические составляющие процесса формирования расписания движения поездов. Выполнен анализ существующей на практике технологии сбора данных и информационного обмена при различных этапах разработки ГДП: разработке нормативного графика; корректировке графика движения поездов; актуализации расписания движения грузовых и всех категорий пассажирских поездов (международных, межрегиональных и региональных).

Процедура разработки ГДП является трудоемкой, поэтому для ускорения процесса моделирования графика движения поездов определены технологические ограничения в системе информационного обмена и разработаны предложения по модернизации существующей технологии. В алгоритмах установлены процедуры по автоматизации технологии сбора данных и формированию актуального графика движения поездов (рисунок 1).

Работа АГДП и моделирование пропуска поездов на участках инфраструктуры носит целевой характер, поэтому при проектировании определены пользователи системы и их функции при формировании актуального графика движения поездов. Развитие функционала системы предусмотрено с учётом этапности внедрения.

Функционирование АГДП осуществляется в информационной среде автоматизированных систем, связанных с организацией вагонопотока, эксплуатацией локомотивов, организацией работы локомотивных бригад, учетом ограничений движения на инфраструктуре железной дороги и других. Поэтому систематизированы и разработаны регламенты информационного обмена при формировании АРДП.

Математическая модель системы включает моделирование грузовых поездов в железнодорожной сети с учетом пропуска пассажирских поездов, выполнения технических операций с поездами как по промежуточным, так и по техническим станциям. Применены принципы теории расписаний при моделировании отправления и прибытия поездов на железнодорожном участке. В результате разработана программа, обеспечивающая работу с данными посредством WEB-браузера.

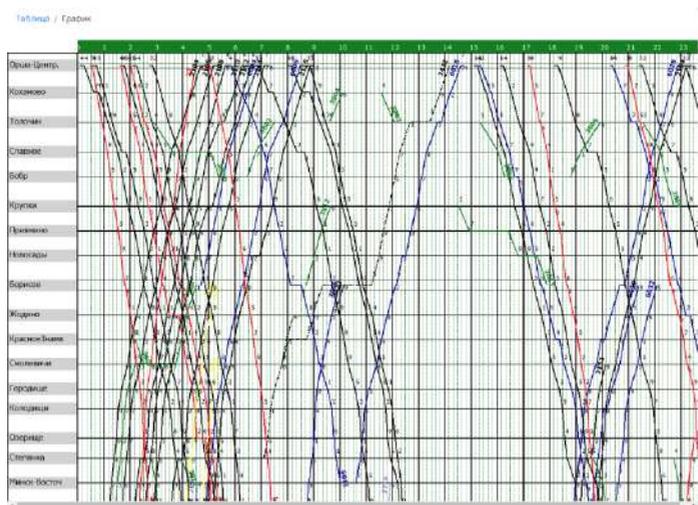


Рисунок 1 – Расписание движения поездов на участке в графическом виде

Каждое внесение изменения в расписание оформляется как отдельная сессия. Для каждой сессии можно сформировать телеграмму установленного образца в определенный адрес. Принцип работы с разделами аналогичен существующему жизненному циклу телеграмм.

В АРДП реализован обмен со следующими основными системами, функционирующими на Белорусской железной дороге:

– АС «Графист» в части получения нормативного графика, маршрутов пассажирских поездов, долгосрочных корректировок нормативного графика, вариантного графика в сутки проведения ремонтных работ в «окно»;

– АС «Окна» в части предоставления информации об отменах, о расписании движения поездов в период проведения ремонтно-профилактических работ в «окно» и передачи информации о графике движения поездов (на период «окна»);

– ПЭ НСИ в части ведения нормативно-справочной информации, автоматической актуализации таблиц ПЭ НСИ.

Реализованная система позволяет получить пользователю информацию о расписании движения всех категорий грузовых и пассажирских поездов на инфраструктуре Белорусской железной дороги на заданные сутки как в табличном, так и в графическом виде.

#### **Список литературы**

1 Автоматизированные диспетчерские центры управления эксплуатационной работой железных дорог / П. С. Грунтов [и др.] / под ред. П. С. Грунтова. – М. : Транспорт, 1990. – 288 с.

---

#### **СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:**

■ Григорьев Сергей Витальевич, г. Минск, Конструкторско-технический центр ГО «Белорусская железная дорога», начальник отдела.

УДК 656.2(476)

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АС «ОТРАСЛЕВЫЕ АТЛАСЫ БЕЛЖД» ДЛЯ СОЗДАНИЯ ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ МОДЕЛИ БЕЛОРУССКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ С УЧЕТОМ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ УВЯЗКИ ОБЪЕКТОВ МЕЖДУ СОБОЙ**

*С. В. ГРИГОРЬЕВ, В. М. ЧУМАКОВ*

*Конструкторско-технический центр ГО «Белорусская железная дорога»,  
г. Минск, г. Гомель*

Для визуализации процессов эксплуатационной деятельности, расположения и текущего состояния объектов инфраструктуры на Белорусской железной дороге создавались отраслевые карт-схемы, чаще всего на бумажных

носителях. Процесс составления схем достаточно трудоемкий, требующий больших людских и временных ресурсов. Задачи, которые определялись потребностями производства, не могли быть выполнены в полной мере с использованием имеющихся технологий.

Одним из путей решения стал переход на геоинформационные технологии в рамках цифровой трансформации железной дороги [1,2].

Автоматизированная система «Отраслевые атласы Белорусской железной дороги» (АС «Атлас») является частью комплекса геоинформационных систем, обеспечивающих создание и доступ к цифровой модели инфраструктуры Белорусской железной дороги. Система позволяет совмещать информацию (техническую, геоинформационную и технологическую) по объектам в единой базе данных и на одной электронной карте в рамках решения конкретных задач эксплуатационной работы железной дороги.

АС «Атлас» используется для работы с объектами железнодорожной инфраструктуры и их параметрами. Параметры объектов включают в себя: ID объекта в Системе, позволяющий однозначно идентифицировать любой объект инфраструктуры (как элементарный, так и составной), независимо от его принадлежности и расположения; географические координаты объекта и набор атрибутов. Перечень (количество) атрибутов каждого объекта определяется пользователем Системы в зависимости от решаемых задач. В качестве атрибутов могут выступать технические и технологические характеристики объекта.

Основой для получения данных об объектах является АС «Паспорт объектов железнодорожной инфраструктуры» (АС «Паспорт ОЖИ»), которая формируется как дорожная база данных объектов инфраструктуры и их технических характеристик. При этом в АС «Атлас» реализован функционал, позволяющий пользователям при решении определенных задач в ручном режиме корректировать (добавлять, удалять, редактировать) необходимые характеристики объектов или создавать новые объекты.

При нанесении объекта на карту (создании нового объекта) автоматически заполняются атрибуты, описывающие его координаты. При редактировании атрибутивных полей, определяющих координаты объектов, выполняется их соответствующее позиционирование на карте. Реализован механизм прикрепления и просмотра произвольных документов, файлов, ссылок при создании соответствующего типа поля в структуре атрибутивной информации к объекту.

Для отображения отдельных объектов, обладающих определенными признаками (атрибутами) создаются соответствующие слои данных. Слои создаются на базе картографической основы – комплексной системы цифровых картографических материалов на основе данных государственного картографо-геодезического фонда РБ.

Для решения определенных задач реализована возможность создания немасштабных (схематических) слоев данных (в том числе автоматический переход от масштабных схем САПР к немасштабным).

Для упрощения работы по созданию слоев реализована возможность использовать отдельные слои в качестве базовых – слоев данных, на основе которых создается другой слой. В качестве базовых используются слои, сформированные по данным, полученным из АС «Паспорт ОЖИ».

При этом для объектов, перенесенных из базовых слоев, возможна корректировка необходимых атрибутов, а также их актуализация в соответствии с данными базового слоя (синхронизация данных). Синхронизация является настраиваемой: задаются атрибуты объектов, требующие синхронизации, выбирается вид синхронизации (двухсторонняя/односторонняя).

Для оперативной актуализации паспортных данных объектов инфраструктуры реализована функция синхронизации данных АС «Атлас» через определённые промежутки времени с данными АС «Паспорт ОЖИ» и изменение данных базового слоя в соответствии с данными АС «Паспорт ОЖИ». Для слоев инфраструктурной модели данных (слои инфраструктурной модели БЖД в соответствии с классификатором АС «Паспорт ОЖИ») синхронизация является односторонней.

АС «Атлас» позволяет распределить права доступа к редактированию и просмотру как определенных объектов, так и отдельных атрибутов объекта выбранным группам пользователей (предприятий). Слои создаются с учетом определенных пользователем правил отображения (стилизации), актуализации и доступа.

В АС «Атлас» реализован функционал по созданию новых стилизаций путем изменения структуры *SLD*, в том числе возможность динамического изменения вариантов визуализации объекта при изменении отдельных его атрибутов. Стилизация объектов может быть реализована по выбранным атрибутам, что позволяет одни и те же объекты отображать на различных картах по-разному, в зависимости от конкретной решаемой задачи.

В АС «Атлас» обеспечена возможность создания и удаления стилизаций, а также редактирования стилизаций посредством:

- изменения кода *sld*;
- использования простых стандартных инструментов и пиктограмм;
- изменение цвета (выбор из палитры) линии, границы, заливки;
- изменение размера точки, формы точки, толщины линии, прозрачности;
- загрузка иконок в формате *jpg*, *png* для визуализации ими выбранных точечных объектов.

На основании слоев данных для решения определенных задач эксплуатационной деятельности дороги формируются отраслевые схемы (атласы).

При необходимости использования в АС «Атлас» информации об объектах или слоях, которые отсутствуют в АС «Паспорт ОЖИ», в системе реализован функционал, обеспечивающий формирование заявки на создание объекта в «Паспорте ОЖИ».

Так как данные в АС «Атлас» формируются по правилам объектной модели, то это позволит интегрировать их в любое технологическое приложение, требующее применение геоинформации. При использовании синхронизации АС «Атлас» с дорожными информационно-аналитическими системами по средству API будет реализована возможность создания динамических атласов, которые в on-line режиме будут отображать необходимую для решения оперативных задач эксплуатационной работы информацию.

### **Список литературы**

1 Развитие системы мониторинга при создании автоматизированной системы управления состоянием инфраструктуры железной дороги / Г. В. Глевицкий [и др.] // Проблемы безопасности на транспорте : материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф. Ч. I / под ред. Ю. И. Кулаженко. – Гомель : БелГУТ, 2017. – С. 15–16.

2 **Федорцов, М. В.** Комплексный подход к информационным технологиям оперативного управления поездной работой на Белорусской железной дороге / М. В. Федорцов, А. А. Ерофеев, В. Г. Кузнецов // Интеллектуальные системы управления на железнодорожном транспорте (ИСУЖТ-2013) : Вторая научно-техническая конференция (21–22 октября 2013, г. Москва, Россия) : материалы конференции / сост.: Ю. В. Гуляев, В. Г. Матюхин. – М. : ОАО «НИИАС», 2013. – С. 80–82.

---

### **СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:**

- Григорьев Сергей Витальевич, г. Минск, Конструкторско-технический центр ГО «Белорусская железная дорога», начальник отдела;
- Чумаков Владислав Михайлович, г. Гомель, Гомельский центр Конструкторско-технического центра ГО «Белорусская железная дорога», начальник отдела.

УДК 004.9:656.212.5

## **КОМПЬЮТЕРНОЕ МАКЕТИРОВАНИЕ ИНТЕГРИРОВАННОГО ПРОЕКТА РАЗВИТИЯ ГОРОДА И ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СТАНЦИИ**

*А. К. ГОЛОВНИЧ, И. Г. МАЛКОВ*

*УО «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель*

Железнодорожная станция является элементом городской структуры, занимая определенное место в общей системе транспортных связей и в значительной степени определяя архитектурный облик целых кварталов и районов города. Поэтому градостроительные проекты необходимо связывать с комплексными решениями по развитию прилегающих железнодорожных станций. При этом достигаемое единство перспективных архитектурно-транспортных

решений должно базироваться на экономически целесообразных комплексных проектах градостроительства и реконструкции станции, ориентированных на достижение максимальных эффектов в рамках системы в целом.

Различные критериальные оценки максимизации эффектов при внедрении проектов развития города и железнодорожной станции иногда приводят к отдельным несогласованным позициям, закладываемым в соответствующие проектные решения. Например, некоторые условия работы железнодорожной станции вступают в противоречие с требованиями градостроительства (повышенный шум, вибрация, загрязнение окружающей среды от деятельности локомотивных депо и парков отстоя подвижного состава и др.).

Железнодорожная станция, как объект развивающейся транспортной системы, требует новых территорий, способных обеспечить возрастающие требования к безопасности движения, охране труда, внедрению новых высокопроизводительных систем контроля, управления и организации перевозок грузов и пассажиров. Установившаяся практика освоения территорий, наиболее удобных с точки зрения решения текущих задач, а также общая целевая установка градостроительства и проектирования объектов железнодорожного транспорта, направленная на эффективное обслуживание населения, привела к взаимосвязи инфраструктурных объектов, обеспечивающих относительно комфортное проживание людей в селитебных районах и одновременно достаточно удобное транспортное обслуживание с участием железной дороги. Теперь – это единый организм жизнеобеспечения населения, связанный нитями социального обустройства всех городов и поселков.

Вся история отношений города и железнодорожного транспорта указывает на необходимость совместного решения всех возникающих проблем, возможно, поступаясь с некоторыми частными принципами, требованиями и условиями. Поэтому важно в каждом конкретном проекте учитывать особенности и города, и железнодорожной станции, чтобы в конечном итоге получить общий максимальный системный эффект [1].

Макетное архитектурное проектирование используется в практике работы дизайнеров как неотъемлемый элемент технологии градостроительства. Активное внедрение информационного моделирования в практике проектирования здания и сооружений (технологии PLM, BIM) позволяет формировать решения в 3D-композиционных реконструкциях. К таким трехмерным реализациям проектируемых городских застроек следует подключать и 3D-исполненные планы железнодорожных станций. Формируемая 3D-модель железнодорожной станции способна быть полноценной не только в графическом, но в технологическом исполнении, учитывающем соответствующие особенности функционирования станции, обслуживающей пассажиро- и вагонопотоки в регламентированных и безопасных режимах. Функциональные зоны железнодорожной станции должны рассматриваться не только как обслуживающие структуры для пассажиров – участников транспортного

процесса, но и как полноценные атрибутивные элементы города. Например, привокзальная площадь пассажирской станции является неотъемлемой частью градостроительной структуры района города, выполняя не только технологические функции железнодорожного транспорта, но и формируя архитектурную композицию городского пространства.

Исторически привокзальные площади служили связующим звеном в развитии городской структуры. Например, на привокзальной площади города Минска пересекаются маршруты линий метрополитена, трамвая, автобусов, такси. Ограниченные размеры территории привокзальной площади, интенсивный рост города, развитие городской застройки по обе стороны от железнодорожной магистрали привело к формированию второй привокзальной площади на противоположной стороне, которая является органичной частью общей агломеративной структуры города. Привокзальные площади многих других городов находятся в непосредственной близости от городских центров, образуя с городскими площадями градостроительные оси.

По потенциальным возможностям формирования градостроительной структуры существующие вокзальные комплексы можно разделить на два типа. Первый тип образуют сугубо функциональные вокзалы с островным расположением устройств по отношению к железнодорожным путям, не имеющих благоприятных возможностей формирования и дальнейшего развития привокзальной территории. Участие таких вокзалов в формировании общей градостроительной композиции весьма ограничено и сводится к локальным композиционным решениям. Второй тип вокзала – с боковым или смешанным вариантом расположения по отношению к железнодорожной магистрали. Крупные здания таких вокзалов являются архитектурными городскими доминантами, замыкая на своем объеме развитую привокзальную площадь и примыкающие к ним улицы.

В зависимости от взаимного расположения основных объемов здания вокзала может быть создан эффект компактности или расчлененности, статичности или динамики. При этом в равной мере успешно могут быть использованы приемы контраста, например, резкое противопоставление нескольких объемов вертикальных и горизонтальных поверхностей разных фактур или, наоборот, мягкая пластика с перечисленными объемами, с использованием тонких вертикальных, горизонтальных или криволинейных членений.

На объемно-планировочную структуру вокзала большое влияние оказывает характер использования внутреннего пространства. Наряду с традиционно громоздкими сооружениями с массивными несущими стенами строятся лёгкие, прозрачные, лаконичные по форме здания павильоны. В современных сооружениях заметно стремление к укрупнению помещений, использованию большепролетных конструкций, обеспечивающих свободное движение централизованных потоков пассажиров и допускающих, в случае необходимо-

сти, возможность беспрепятственного изменения ранее принятых архитектурно-строительных схем. При этом открытые конструкции залных помещений могут быть успешно использованы в качестве основных средств художественной выразительности. Облик современного вокзала достигается также зрительным выявлением его основных материалов и конструкций, контрастирующих объемов и поверхностей.

В композиции вокзальных комплексов исключительно большую роль играют элементы благоустройства и архитектуры малых форм, а также творческое осмысление использования природного и городского окружения, например, раскрытие из интерьеров вокзала речных берегов или морских просторов, силуэта гор или группы деревьев, а также цели в культурно-историческом или художественно-эстетическом отношении существующей или проектируемой застройки. Наибольший художественно-эстетический эффект может быть достигнут только при взаимосвязанном решении всех зданий, сооружений и элементов, входящих в комплекс вокзала.

Дополнение к этим рекомендациям функциональных требований технологии безопасной работы и эффективного обслуживания грузо- и пассажиропотоков железнодорожной станции усилит системный эффект. Градостроительная 3D-модель, построенная по своим канонам, интегрируется с технологичной моделью железнодорожной станции, в результате после ряда корректирующих процедур может быть получена целостная системная видеопанорама перспективы развития некоторой территории города.

Трехмерное представление всех объектов городской инфраструктуры обеспечит формирование непротиворечивого, архитектурно-стилевого облика целой агломерации, в которой железнодорожные пути, платформы, деповские и вокзальные комплексы органично вписываются в развязки улиц, общий вид зданий социального, бытового и жилого назначения. При этом взаимопроникновение городской и транспортной подсистем не приводит к потере технологической состоятельности железнодорожной станции.

### **Список литературы**

1 Кузнецов, В. Г. Организация работы железнодорожных вокзалов : учеб. пособие / В. Г. Кузнецов, Л. А. Редько, И. М. Литвинова – Гомель : БелГУТ, 2015. – 248 с.

---

### **СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:**

- Головнич Александр Константинович, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», заведующий кафедрой «Транспортные узлы», д-р техн. наук;
- Малков Игорь Георгиевич, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», заведующий кафедрой «Архитектура и строительство», д-р архитектуры, профессор.

УДК 656.2

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ**

*И. П. ДРАЛОВА*

*УО «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель*

Геоинформационные системы (ГИС) находят все большее использование в таких областях экономики, как транспортное строительство, земельный кадастр, архитектура, градостроительство, коммуникационные системы и торговля. Использование ГИС позволяет повысить качество оказания услуг потребителям, конкурентоспособность, поднять доходность предприятия. ГИС – это действенный инструмент, позволяющий определить месторасположение транспортных и промышленных объектов, зон оказания услуг, обеспечить процессы диспетчеризации, повысить качество информационного обеспечения доставки груза.

В системах управления и информационных ресурсах предприятий повсеместно используют не только геоинформационную систему, но и геоинформационные технологии и телекоммуникационные системы. Совокупность данных об элементах систем железнодорожного транспорта, построенных на новых принципах съёма и привязки данных, создает единую геоинформационную среду, которая является новым средством в сфере управления на железнодорожном транспорте.

Целью создания ГИС явилось формирование единого геоинформационного пространства на Белорусской железной дороге. ГИС является составной частью информационной системой управления, которая позволит решить ряд задач информационного обеспечения, особенно вопросы функционирования инфраструктуры и движения поездов. ГИС позволяет обрабатывать любые виды информации и представлять их применения в прикладных системах управления: системе инвентаризации (паспортизация станций, подъездных путей), системе автоматизированного проектирования, автоматизированных системах управления на транспорте и др.

Железная дорога является важным транспортным объектом, и поэтому пространственная информация всегда была необходима при управлении движением поездов и контроля за функционированием объектов всех служб управления и отделений дороги. Необходимо учитывать, что работа и состояние железной дороги во многом зависит от таких факторов, как климатические условия, численность населения, географическое расположение

перегонов, станций и железнодорожных узлов, местоположение населенных пунктов, аэропортов, речных портов. ГИС позволяет учитывать эти признаки данных и проводить комплексный анализ состояния железнодорожных объектов. Геоинформационная система позволяет преобразовывать в цифровой вид любой картографический материал для работы с ним специалистам дороги, дает возможность отображать на планах и схемах станций расположение объектов и их техническое состояние.

В железнодорожной деятельности ГИС позволяют решать следующие задачи: построение плана станций, продольного и поперечного профилей железнодорожного пути, отражение высотной характеристики (рельефа) местности и полосы отвода; подготовки и дальнейшая обработки исходных данных для производства всех видов ремонтов, восстановления и обслуживания объектов станции, а также подготовка информации о текущем состоянии, оценке затрат на содержание, ремонт и строительство, составления календарного плана работ, планирование окон, мониторинг и идентификацию аварийных ситуаций на объектах инфраструктуры; по состоянию земляного полотна железнодорожного пути и инженерных сооружений представление на бумажном носителе карт, планов, масштабных схем станций; информирование пассажиров; планирование и моделирование развития объектов инфраструктуры.

Приоритетными направлениями применения ГИС на железнодорожном транспорте являются: создание для главных путей железной дороги Беларуси цифровых моделей, обеспечивающих решение задач автоматизации управления движением поездов; информационно-аналитическое сопровождение перемещения грузов с применением спутниковых навигационных систем; информационно-аналитическая поддержка решения задач диспетчеризации; информационно-аналитическое обеспечение систем управления железнодорожными станциями; прогнозирование функционирования и развития железнодорожного транспорта; создание автоматизированной системы железнодорожного кадастра как средства управления недвижимостью в условиях рыночной экономики; интеграция ГИС с существующими автоматизированными системами инвентаризации и управления дистанций пути, станций и других линейных предприятий; интеграция ГИС с САПР объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта; информационно-аналитическое обеспечение автоматизации управления ремонтными и восстановительными работами; создание реперных систем контроля плана и профиля путей скоростных направлений железных дорог как геометрической основы ГИС, перекрывающей по своей точности все возможные сферы деятельности железнодорожного транспорта.

Использование геоинформационной системы позволяет повысить производительность и качество работы руководителей и оперативных работников, а также улучшить коммуникацию между всеми подразделениями дороги. Диспетчерская служба сможет отслеживать в реальном времени место-

нахождение грузовых составов на основе использования информационно-аналитических моделей и спутниковых навигационных систем. Специалистам по транспортной логистике представляется информационной среда для решения задач по оптимизации маршрутов перевозок, анализа и прогнозирования перемещения грузопотоков, простоя грузов на маршруте доставки, оценки риска доставки. ГИС-технология позволит моделировать динамические процессы и явления при эксплуатации железной дороги.

Схемы железных узлов и в целом дороги в результате эксплуатации подвержены изменениям. Реконструктивные мероприятия на станции могут осуществляться на основании изменения пассажиро- и грузопотоков, изменения системы организации вагонопотока и технологии работы станции, введения другой тяги и т.п. Соответственно необходима корректировка данных об объектах инфраструктуры.

Вся информация о сети при использовании ГИС-технологий хранится в базе данных, что обеспечивает достоверное ведение документации и внесение в нее изменения, без потери первоначальной информации, а также значительно облегчает решение задач своевременной корректировки работы всей инфраструктуры дороги. Каждая служба и подразделение железной дороги имеет возможность хранить и использовать любую необходимую ей информацию в специализированной базе данных, которая аккумулирует информацию по всем объектам железной дороги в текстовом, графическом форматах, в форме иллюстраций, фотографий, видео и т.д. ГИС позволяет определить географические координаты  $(x, y, z)$  всех объектов.

Если учесть многофункциональность и распределенную структуру системы БД по управлению инфраструктурой железной дороги, то ГИС должны иметь модульную структуру. В каждом линейном подразделении и на каждом уровне управления и пользования должны использоваться только необходимые модули ГИС. При этом необходимо предусмотреть использование современных клиент-серверных технологий и отраслевой системы телекоммуникаций.

Для повышения надежности информационной среды на железной дороге необходимо решать вопросы защиты информации ГИС данных. Многие объекты инфраструктуры дороги относятся к стратегически важным, и информация о них имеет высокую степень секретности, следовательно, необходимо предусмотреть инструменты хранения картографических цифровых данных и графического материала таким образом, чтобы исключить их несанкционированное использование.

Применение ГИС-технологий на железнодорожном транспорте поможет существенно повысить эффективность работы дороги за счет повышения качества управления перевозками, особенно при увлечении объема перевозок, а также повысить безопасность перевозочного процесса за счет построения более точной модели поездной и маневровой работы. ГИС позволит обеспечить выполнение ряда организационных, технологических, управ-

ленческих, программно-технических мероприятий на основе повышения полноты и точности исходных данных. Эффективность работы всех подразделений работы повысится за счет качества управления и функционирования имеющимися ресурсами, обоснованного планирования и расчета материальных затрат в развитие железной дороги.

---

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

■ Дралова Ирина Петровна, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», старший преподаватель кафедры «Проектирование, строительство и эксплуатация транспортных объектов».

УДК 656.22.05:528

**ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ  
ЦИФРОВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПУТИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ,  
СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ**

*И. П. ДРАЛОВА, Н. С СЫРОВА*

*УО «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель*

Развитие геодезической науки, методов измерений и способов представления данных позволяет расширить сферу их применения на различные отрасли, в том числе применять их на железнодорожном транспорте. Цифровая модель пути предназначена для подробного описания пространственного положения всех элементов железнодорожного пути, отдельных объектов инфраструктуры и обеспечения единой координатной среды для всех измерительных средств.

Цифровые модели – универсальное средство представления объектов инфраструктуры, что позволяет использовать их при проектировании, строительстве и мониторинге инженерных сооружений. Цифровая модель пути лежит в основе современного геодезического сопровождения железных дорог.

Цифровые модели пути используют для определения пространственного положения оси пути, габаритов приближения строений; создания продольных и поперечных профилей, паспорта кривой, в балластеровочных работах, привязки к линейной координате пути результатов дефектоскопических исследований, съемки мобильным сканером координатного положения железнодорожного пути, а также для решения ряда других задач [1].

Особенности и трудности геодезического сопровождения железных дорог были всегда связаны со спецификой работы и структурой объектов железнодорожного транспорта, находящихся под действием динамических

нагрузок, которые оказывают влияние на параметры геометрии пути. При росте скоростей движения увеличиваются требования к точности определения координатных параметров и интенсивности их изменения. Перечень приборов, инструментов и методов производства геодезического сопровождения железных дорог разнообразен. Традиционные (оптические) средства измерений заменяются современными лазерными сканерами, электронными роботизированными тахеометрами, спутниковыми приборами и другими устройствами, и приборами, которые позволяют без дополнительных преобразований создавать цифровую модель пути и вести измерения в абсолютных отметках, в государственных координатах геодезической сети или местных. Новые средства обладают и большей производительностью.

Различают два качественных вида цифровых моделей железнодорожного пути – это цифровые модели верхнего и нижнего строений пути. Верхнее строение пути предназначено для восприятия нагрузок от колес подвижного состава и передачи их на нижнее строение пути, а также для направления движения колес по рельсовой колее. Оно включает рельсы, рельсовые скрепления, подрельсовые опоры и балластную призму, а также элементы соединений и пересечений путей (стрелочные переводы, глухие пересечения и др.). Верхнее строение пути обеспечивает безопасное движение поездов с установленными максимальными скоростями, и поэтому его элементы должны обладать прочностными характеристиками и быть надежными в работе. К нижнему строению относятся земляное полотно и некоторые искусственные сооружения. Они обеспечивают выравнивание земной поверхности и необходимые план, профиль и устойчивость железнодорожного пути. Нижнее строение пути воспринимает нагрузки от рельсошпальной решетки, балласта и подвижного состава, равномерно распределяя ее на нижележащий естественный грунт.

Цифровые модели пути обеспечивают: цифровое представление пространственного положения железнодорожного пути; неотъемлемую связь пространственного положения пути в глобальных координатах; создание единой координатной среды для всех пользователей среды; представление и возможность пересчета данных в любые системы координат; корректировку в базы данных инфраструктуры после завершения ремонтов, паспортизации, инвентаризации, изменений системы координат и т.д.; решения инженерных задач.

Практическая составляющая цифровой модели пути является основой высокоточной привязки всех объектов железных дорог, обеспечивает единство координатной среды (например, специалисты используют глобальную систему координат при решении конкретных инженерных задач, проектировщики используют плоскую прямоугольную систему координат Гаусса – Крюгера, а дорожные мастера – линейную систему координат (КМ + ПК + М). При этом любая точка инфраструктуры железной дороги однозначно определяется в

трех системах координат, при необходимости – одновременно); обеспечивает геодезическую привязку и позиционирование в любой точке железнодорожной сети при измерении в глобальных координатах и их преобразование в другие системы, например прямоугольные или линейные; является основой электронных проектов (цифровой модели пути), позволяет использовать их в течение длительного периода и сохранять пространственное положение оси пути в проектном положении в течение межремонтного срока [2].

В отличие от других моделей, цифровые модели дают возможность исследовать не только состояние и ситуацию вокруг железнодорожного пути, но и динамику изменения ситуации. Современные цифровые модели позволяют оценивать взаимодействие между земляным полотном и окружающей средой и повышать качество содержания инфраструктуры за счет высокой степени информационного обеспечения при принятии управленческих решений.

Информационные потребности цифровых моделей включают необходимость получения координат точек местности и дополнения связей между точками. Для решения большинства задач получения координат для пространственных цифровых моделей применяют геодезические технологии сбора информации. В настоящее время наиболее широко применяют электронные тахеометры и лазерные сканеры.

Электронные тахеометры применяют при топографической съемке. В такой технологии измеряют направление на точку визирования (горизонтальные и вертикальные углы), расстояние до этой точки (дальность) и превышение точек стояния прибора и визирования. Современные электронные тахеометры имеют конструкцию, позволяющую работать в условиях широкого интервала температур, повышенной влажности и запыленности. Лазерный дальномер (лазерная рулетка) современных электронных тахеометров может измерять расстояния без отражателя. Для установки прибора на нужной точке применяется оптический или лазерный центрир.

Одним из устройств сбора пространственной информации в поле является наземный лазерный сканер. Существуют разные названия этого прибора: наземный лазерный сканер, лазерный 3D-сканер, лазерная сканирующая система. Лазерный сканер – это прибор, оснащенный высокоскоростным безотражательным лазерным дальномером и системой изменения направления луча лазера – специального поворотного зеркала. Лазерный луч сканирует шаг за шагом объекты на своем пути и, отражаясь от этих объектов, создает их видимый образ: так называемое «облако пространственных точек». Наземный лазерный сканер – это сканирующий лазерный «безотражательный» дальномер импульсного или фазового типа. Дальномер измеряет расстояние от точки установки О до точки А отражения лазерного луча. Сканирование по азимуту, как правило, осуществляется разворотом сканера вокруг вертикальной оси, а сканирование по углу места – качанием. При

работе со сканером задают область сканирования. Это сектор поворота зеркала, в котором с большой скоростью до 50 000 точек в минуту распространяется лазерный луч дальномера. Такая технология обеспечивает практически сплошную съемку интересующего объекта. При этом плотность точек лазерного сканирования может быть от 0,25 мм до 1 м и более. В результате получается массив точек, каждая из которых имеет пространственные координаты X, Y, Z и информацию о псевдоцвете.

Создание цифровых моделей железнодорожного пути с использованием специальных технических средств съемки и обработки данных позволяет значительно повысить качество решений при модернизации объектов железной дороги.

### **Список литературы**

1 **Майоров, А. А.** Геоинформатика как важнейшее направление развития информатики / А. А. Майоров, В. Я. Цветов // Информационные технологии. – 2013. – № 11. – С. 2–7.

2 **Павлов, А. И.** Цифровое моделирование пространственных объектов / А. И. Павлов // Славянский форум. – 2015. – № 4 (10). – С. 275–282.

---

### **СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:**

■ Дралова Ирина Петровна, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», старший преподаватель кафедры «Проектирование, строительство и эксплуатация транспортных объектов»;

■ Сырова Наталья Сергеевна, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», старший преподаватель кафедры «Проектирование, строительство и эксплуатация транспортных объектов».

УДК 656.222.4

## **МЕРЫ ПО ПОВЫШЕНИЮ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ В ПЕРИОД РЕМОНТНЫХ РАБОТ**

*С. Ю. ИВАНЧИН, О. В. ИВАНЧИНА*

*Самарский государственный университет путей сообщения,  
Российская Федерация*

Проведение постоянной модернизации пути – необходимость сегодняшнего времени. Неблагоприятные тенденции в экономике и неустойчивость спроса на перевозки сказываются на финансировании содержания инфраструктуры и вызывают повышение уровня износа основных фондов. Без устойчивой работы транспортной системы и, в первую очередь, без посто-

янного развития транспортной инфраструктуры, невозможно достичь гарантированной доступности транспортных услуг для всех потребителей и увеличения безопасности этих услуг.

На показатели работы дороги качество пути оказывает большое влияние и, в первую очередь, на скорость движения и безопасность. Железные дороги несут потери, связанные с ограничениями скорости движения, а также авариями, вызванными недостаточным уровнем технического состояния пути. В то же время предоставление «окон» для капитального ремонта пути вызывает затруднения в пропуске поездов и ведет к большим затратам, связанным с задержками поездов. Для выбора оптимальной продолжительности «окна» необходимо всесторонне рассматривать затраты, связанные с выполнением работ по капитальному ремонту пути в «окна» различной продолжительности и дополнительные потери в эксплуатационной работе, вызванные предоставлением «окон». Установлением и анализом аналитических зависимостей затрат поездо-часов и локомотиво-часов, вызванных предоставлением «окна», их продолжительности и других факторов успешно занимались многие ученые.

В расчётах, посвящённых определению сопутствующих расходов, возникающих при ремонте пути, а также связанных с оптимизацией «окон», учитываются различные виды затрат. При определении оптимального «окна» некоторые авторы из затрат по задержкам поездов учитывают только те, которые связаны с простоем поездов. В других работах учитываются расходы, связанные со снижением скорости. Но при определении ущерба от остановок во внимание принимаются только энергетические потери, а расходы по задержкам определяются путём умножения времени любых задержек на затраты по простоем поезда, что правомерно только при простое. Однако в технико-экономических расчётах при учёте затрат по задержкам поездов, кроме расходов по простоем, необходимо более полно определить потери, возникающие из-за движения поездов со сниженной скоростью и в связи с разгонами и замедлениями. Некоторые авторы из расходов по ремонту пути учитывают только затраты по эксплуатации машин и механизмов. В действительности, затраты эти составляют лишь небольшую часть от общей суммы путейских расходов, зависящих от времени «окна». Суммарные путейские затраты сведены в несколько групп; все их необходимо принимать во внимание, поскольку это существенно влияет на оптимальную продолжительность «окна». Кроме того, при нахождении путейской составляющей потери в «окно» необходимо учитывать вместо текущих приведённые затраты.

Потребная продолжительность «окон» устанавливается в зависимости от вида ремонтных работ, конструкции и числа используемых машин и механизмов, применяемой технологии выполнения работ, а также конкретных эксплуатационных условий каждого участка, на котором они выполняются. Всякое сокращение продолжительности «окна» приводит к сокращению чистого времени работы основных ведущих машин (путеукладчиков), что сразу снижает их

выработку. Уменьшение времени «окна» влечёт за собой сокращение потерь в поездной работе, но только в течение данных суток; сокращение «окон» сверх определённых пределов ведёт к резкому увеличению их числа и, следовательно, затрат по задержкам поездов [1]. При росте времени «окна» значительно увеличиваются задержки поездов, но число необходимых «окон» сокращается. Также надо учитывать, что ликвидация последствий большого «окна» в поездной работе вызывает большие затруднения.

Для капитального ремонта пути малые «окна» (менее 4 ч) на практике не предоставляются. Большие по продолжительности «окна» получили довольно широкое распространение. В настоящее время на дорогах находит применение закрытие перегона продолжительностью, измеряемой сутками. Ремонт железнодорожного пути на закрытом перегоне принят для повсеместного внедрения. В режиме этой технологии выполняется полный комплекс путевых работ, в том числе замена рельсошпальной решётки, укладка плетей бесстыкового пути, сварка стыков и т.д. Однако эффективность таких «окон» в каждом отдельном случае должна быть подтверждена расчетами.

Мерами по увеличению пропускной способности на однопутных линиях в период проведения ремонтных работ, как правило, являются:

- а) устройство временных путевых постов;
- б) применение частично-пакетного графика;
- в) сокращение и снятие стоянок поездов по техническим надобностям.

На двухпутных линиях при ремонте чаще всего закрывается для движения один путь. По соседнему пути в период «окна» осуществляется движение. Мерами по увеличению пропускной способности на двухпутных линиях являются:

- а) одностороннее движение только тех поездов, для которых незакрытый путь является правильным;
- б) двустороннее движение с переменной направления после каждого поезда (непакетное движение);
- в) двустороннее движение с переменной направления после группы поездов (пакетное движение).

Одностороннее движение целесообразно применять на участках, где обрабатывается не более 40 пар поездов и только при «окнах» незначительной продолжительности – не выше 1,5 часа. Одностороннее движение при больших «окнах» может быть применено лишь в случаях, когда период пакетного графика на временно однопутном перегоне более 60 мин, и его нельзя уменьшить, а также невозможно организовать пропуск сдвоенных поездов.

Эффект от применения двустороннего пакетного движения повышается с увеличением уровня заполнения пропускной способности. Существующие способы определения задержек поездов при перерывах в графике движения недостаточно увязаны с условиями конкретных ремонтируемых участков. Зачастую продолжительность «окна» назначается волевыми решениями, без учёта многих особенностей конкретных участков и направлений.

При организации пакетного движения поездов в обоих направлениях пропускная способность увеличивается, если на перегоне уложить диспетчерские съезды и открыть посты временного типа, оборудованные средствами связи и сигнализации. По мере изменения и перемещения фронта работ посты также можно перемещать с соответствующей переключкой съездов.

Кроме того, на двухпутных и однопутных линиях одной из мер увеличения пропускной способности может быть организация соединённых поездов в сдвоенные и строенные. Организация движения соединённых поездов является одним из эффективных способов по увеличению пропускной способности в условиях предоставления больших «окон» для обеспечения необходимых размеров движения. Опыт дорог БАМа и Транссибирской магистрали, ряд теоретических исследований доказывают целесообразность пропуска соединённых поездов.

Данные меры по повышению пропускной способности в период ремонтных работ позволяют выполнить необходимые объёмы перевозок и в то же время не ухудшить основные эксплуатационные показатели работы.

#### **Список литературы**

1 Экономика железнодорожного строительства и путевого хозяйства : учеб. для вузов / Б. А. Волков [и др.] ; под общ. ред. Б. А. Волкова, В. Я. Шульги. – М. : Маршрут, 2003. – 632 с.

---

#### **СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:**

- Иванчин Сергей Юрьевич, г. Самара, Россия, Самарский государственный университет путей сообщения, доцент кафедры «Управление эксплуатационной работой», канд. техн. наук;
- Иванчина Ольга Викторовна, г. Самара, Россия, Самарский государственный университет путей сообщения, доцент кафедры «Менеджмент и логистика на транспорте», канд. экон. наук.

УДК 656.062

### **ЗАВИСИМОСТЬ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ РЕГИОНА ОТ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛОГИСТИКИ**

*Н. Н. КАЗАКОВ, Т. С. КРУК*

*УО «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель*

Реализация мер развития экономики географического региона (населенного пункта, района, области, страны, объединений стран) требует привлечения реальных инвестиций в инфраструктуру и объекты составляющих ее отраслей, посредством которых обеспечивается обновление производственных технологий и выпуск в перспективе инновационной продукции. Для

управления инвестиционной привлекательностью региона необходимо, по аналогии с любым другим объектом управления, исследовать факторы, влияющие на экономические показатели региона, и оперировать степенью их влияния друг на друга и на конечный результат.

В силу специфики охарактеризованной выше задачи для ее решения часто используется инструментарий факторного и корреляционного анализов. Факторный подход к оценке инвестиционной привлекательности региона, базирующийся на исследовании инвестиционно значимых факторов, имеет ряд преимуществ:

- учет взаимодействия множества факторов;
- использование статистических данных, нивелирующих субъективизм экспертных оценок;
- дифференцированный подход к различным уровням экономики, регионам при определении их инвестиционной привлекательности.

В последнее время по проблематике применения охарактеризованного выше инструментария оценки инвестиционной привлекательности региона выполнена много исследований. Анализ результатов применения выработанных методологий для некоторой отраслей или подсистем инфраструктуры позволил установить недостатки инструментария. Анализ исследований показывает, что однозначной общепринятой классификации факторов инвестиционной привлекательности региона не существует.

В экономических исследованиях классификация факторов создается для формализации и решения конкретной задачи, а аспекты интегральных методик сводятся к агрегированию классификационных признаков. Так, например, согласно конкурентной классификации, факторы инвестиционной привлекательности региона могут быть распределены на три уровневых класса: сильный, слабый и средний, которые, соответственно, обеспечивают конкурентные преимущества, снижают конкурентоспособность и не оказывают воздействия на конкурентоспособность региона.

Классификация факторов инвестиционной привлекательности региона с позиции темпов изменения их характеристик во времени подразделяет их на динамичные, малодинамичные и условно-постоянные.

С позиции оценки изменения инвестиционной привлекательности региона в результате целенаправленных управленческих действий факторы можно разделить на следующие группы:

- 1) поддающиеся изменению в достаточно короткие сроки (нормативно-правовое обеспечение процедур развития экономики регионального уровня исполнительной власти);
- 2) поддающиеся изменению в долгосрочном периоде (инновационный фактор, технологическая, социальная, производственная составляющие инфраструктурного фактора, интеллектуальная составляющая трудового фактора и др.);

3) не поддающиеся изменению (географические факторы: факторы природных ресурсов, климатические и т.д.).

В многочисленных экономических исследованиях в области регионального развития применяются и другие системы классификации, в зависимости от типа решаемой авторами научной проблемы. Предложенная выше классификация является вполне достаточной для нахождения в первом приближении силы зависимости столь сложной категории как инвестиционная привлекательность региона и логистической составляющей его экономики, которая также является достаточно многогранной категорией.

В настоящее время на макроэкономическом уровне в оценке инвестиционной привлекательности стран, регионов и крупных мировых компаний весомое место уделяется различного рода рейтинговым агентствам. Несмотря на неоднозначность отношений к ним представителей определенных направлений бизнеса или отраслевых компаний, в целом, их прогнозы эффективно используются в бизнес-сообществе, в том числе в прогнозировании экономических результатов по различным аспектам развития регионов.

Для решения поставленной в данном исследовании задачи в качестве основного принят рейтинг страны, отражающий уровень бизнес-климата, непосредственно влияющий на приток инвестиций, устанавливаемый Всемирным банком по индексу легкости ведения бизнеса (*Ease of Doing Business Index*). Основным отличием исследований влияния факторов инвестиционной привлекательности региона посредством оценки изменений индекса легкости ведения бизнеса является то, что он основывается только на изучении и квантификации законов, постановлений и правил, касающихся ведения бизнеса и является мало зависимым от более общих условий, таких как инфраструктура, инфляция, преступность, доходность производства и пр. Необходимо отметить, что именно общие условия определяют существенные расхождения в результатах прогноза развития логистической системы Республики Беларусь с фактическим ее состоянием в настоящее время.

Методом корреляционного анализа была исследована зависимость данного индекса от экономических показателей, интегрированно характеризующих инвестиционную деятельность региона. Для оценки данной зависимости были выбраны такие показатели как инвестиции в основной капитал, объем промышленного производства, чистая прибыль организаций. Результаты выполненного анализа показывают, что наиболее весомое влияние на рейтинг страны оказывает объем промышленного производства с коэффициентом корреляции 0,617.

Для определения зависимости между экономической привлекательностью региона и эффективностью логистики был использован индекс эффективности логистики (*Logistics Performance Index*), который рассчитывается на основании всемирного опроса глобальных транспортно-экспедиторских компаний и представляет интегральный показатель по шести важнейшим

аспектам текущей среды логистики в стране: эффективность процесса таможенного оформления, качество транспортной и торговой инфраструктуры, доступность международных поставок, компетентность и качество логистических услуг, возможность отслеживания и контроля грузов, своевременность доставки к пункту назначения. Каждый аспект характеризуется и оценивается соответствующим субиндексом.

Рассчитанные коэффициенты корреляции между исследуемыми параметрами («Объем промышленного производства страны» и шесть субиндексов *LPI*), хотя и варьируются в достаточно широких пределах, тем не менее имеют значения, подтверждающие достаточно сильную связь между ними. Самые высокие коэффициенты корреляции наблюдаются по таким субиндексам *LPI*, как «Компетентность и качество логистических услуг» (0,929) и «Эффективность процесса таможенного оформления» (0,834).

Важно отметить тот факт, что полученные результаты вполне ожидаемы и прогнозируемы. Именно в указанных направлениях намечены дальнейшие шаги по совершенствованию логистической системы Республики Беларусь. Предварительный анализ выполнен без детальной оценки факторов, поэтому результаты позволяют установить направления развития логистической системы. Результаты исследований показывают, что они адекватны реальной ситуации и отражают слабые стороны объекта исследования, сложившиеся в настоящее время, на устранение которых необходимо направить усилия в среднесрочной перспективе.

---

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

- Казаков Николай Николаевич, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», проректор, канд. техн. наук, доцент;
- Крук Татьяна Сергеевна, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», студентка факультета «Управление процессами перевозок».

УДК 656.224:001.891

### **РАЗРАБОТКА ИННОВАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ПАССАЖИРСКИМ ПЕРЕВОЗКАМ**

*Н. А. КЕКИШ, М. А. ГОНЧАР*

*УО «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель*

Цель организации пассажирских перевозок Белорусской железной дорогой сводится к обеспечению потребностей населения в перемещении, при этом основными критериями эффективности организации перевозок выступают процент вместимости пассажирских вагонов и пассажирооборот.

Предоставление субсидий в сферу пассажирских перевозок из прибыли от грузовых перевозок смещает вектор внимания к постоянному повышению качества обслуживания пассажиров, оставляя в стороне вопросы экономической целесообразности.

Фактически около 60 % пассажирских поездов формирования Белорусской железной дороги в международном сообщении являются рентабельными, что свидетельствует о возможности обеспечения одновременно и социальных потребностей населения, и экономической эффективности. При этом опыт работы Федеральной пассажирской компании в Российской Федерации показывает, что в некоторых случаях эффективно уменьшение количества назначений или уменьшение составности поездов. В части европейских стран практикуется субсидирование социально значимых убыточных направлений государством.

В настоящее время на Белорусской железной дороге (БЧ) регулирование размеров движения пассажирских поездов, а также оперативное изменение их вместимости осуществляется экспертными методами на основе анализа аналогичных значений за предыдущий год, месяц, день недели специалистами Объединенного дорожного бюро совместно с пассажирской службой. Главным критерием результатов работы является полученный в итоге показатель вместимости, который должен составлять не менее 60 %, при этом не учитывается и никак не измеряется величина неудовлетворенного спроса и количество пассажиров, прибегнувших к услугам конкурирующих видов транспорта.

Целью исследования ставится разработка системы поддержки принятия решений по определению экономически обоснованных размеров движения и вместимости пассажирских составов на основе разработки методики автоматизированного расчета прогнозных показателей объема пассажиропотока с дифференциацией по заданным параметрам. Разработка данной методики предполагает решение ряда задач:

- выявление максимально полного комплекса факторов, влияющих на величину пассажиропотока, их ранжирование по степени влияния, определение возможностей формализации и формирование базовой прогнозной модели пассажиропотока;
- формирование базы исходных данных для прогнозирования на основе совершенствования системы учёта фактических пассажиропотоков и выявления новых потенциальных источников исходных данных;
- формирование системы анализа спроса на услуги определенного качества в сфере пассажирских перевозок;
- непосредственная реализация автоматизированного расчета требуемых параметров в рамках АСУ Экспресс-3.

Комплекс факторов, влияющих на величину пассажиропотока, должен учитывать как постоянные объективные факторы, связанные с сезонностью и неравномерностью потоков пассажиров, устанавливаемые путем анализа фактических статистических данных, так и спорадически возникающие, сложно

оцениваемые факторы (погодные условия, социально значимые события, изменения графиков работы и учебы высококомобильной части населения и т.д.).

Учёт фактического пассажиропотока в международных и межрегиональных поездах ведётся по количеству проданных билетов в АСУ Экспресс-3. В настоящее время в системе циркулирует либо может быть получено большое количество потенциально значимых для прогнозирования данных в хорошо формализованном виде. Недостаточное использование этих данных связано с несовершенством выходных форм в АРМах системы. Учёт пассажиропотока в региональных поездах затруднен отсутствием привязки времени следования поезда к билету. Так как билет приобретается на определённую дату, то нет возможности объективного распределения региональных поездов по времени и вместимости в течение дня. К возможным вариантам совершенствования системы учёта пассажиропотока относятся:

- привязка билета к номеру поезда;
- установка устройств считывания пассажиропотока;
- замена разъездных билетных кассиров терминалами продажи билетов внутри региональных поездов.

Новым потенциальным источником исходных данных для прогнозирования пассажирских перевозок может стать использование данных из множества открытых источников на основе технологий агрегации и структурирования больших данных. Например, потенциально полезными могут быть открытые демографические данные государственных органов статистики, данные о проведении социально значимых массовых мероприятий (концертов, спортивных турниров и т.п.), данные о количестве иногородних студентов в учебных заведениях и графике их учебы для определения маршрутов, периодичности и наиболее вероятного конкретного времени их поездок. Используя существующие современные технологии майнинга, эти общедоступные данные можно агрегировать и преобразовать в ту форму, в которой они могли бы быть использованы в прогнозной модели.

Система анализа спроса на услуги определенного качества в сфере пассажирских перевозок должна включать в себя:

- анализ структуры пассажиропотока;
- анализ платежеспособности разных групп пассажиров и их требования к качеству предоставляемых услуг;
- оценку стоимости пассажиро-часа различных групп пассажиров.

Непосредственная автоматизация расчета оптимальных размеров движения и вместимости пассажирских составов с учетом спроса в рамках АСУ Экспресс-3 позволит сформировать систему поддержки принятия управленческих решений в пассажирских перевозках и свести к минимуму риск ошибки, вызванной человеческим фактором.

Учет всех вышеперечисленных факторов и реализация предлагаемой системы позволит формировать пассажирские поезда в соответствии со спросом на перевозки определенного качества. Формирование такой системы анализа

позволит пересмотреть заниженные вследствие социальной значимости тарифы в региональном и городском сообщениях, чтобы они соответствовали качеству предоставляемых услуг. Изменение тарифов в данном случае будет нести экономически обоснованный характер. При острой необходимости обеспечения пассажирского движения по нерентабельным, но социально значимым направлениям часть из них можно сохранить, но неизбежное сокращение общего количества нерентабельных региональных маршрутов в любом случае положительно скажется на финансовом положении БЧ за счет уменьшения объемов перекрестного субсидирования и увеличит возможности инвестирования и повышения качества как пассажирских, так и грузовых перевозок.

В конечном итоге, учитывая статус БЧ как национального перевозчика, повышение рентабельности железнодорожных перевозок имеет многосторонний позитивный эффект для экономики государства в целом, включая и социальный аспект. Основными стратегическими целями в любом случае должны оставаться максимальное удовлетворение запросов и ожиданий потребителей, постоянное повышение результативности и эффективности деятельности БЧ по всем видам перевозок в комплексе, а также управление потенциальными рисками. Постановка именно таких целей позволяет обеспечить клиентоориентированность с учетом требований большого количества заинтересованных сторон: потребителей, государства, перевозчика.

---

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

- Кекиш Наталия Анатольевна, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», доцент кафедры «Управление грузовой и коммерческой работы», канд. техн. наук;
- Гончар Марина Анатольевна, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», старший преподаватель кафедры «Управление грузовой и коммерческой работы».

УДК 656.222.3(476)

## **РАЗВИТИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ВАГОНПОТОКОВ**

*В. Г. КОЗЛОВ*

*УО «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель*

Информационные технологии (ИТ) оказывают значительное влияние на развитие железнодорожного транспорта и его взаимодействия с иными отраслями экономики. На железнодорожном транспорте циркулирует большой объем данных, необходимых для организации перевозок грузов. При организации перевозочного процесса требуется формирование специализи-

рованной информационной среды для расчета плана формирования поездов (ПФП) в системе организации вагонопотоков в железнодорожной сети во внутридорожном и межгосударственном сообщениях.

В комплексе информационного обеспечения системы организации вагонопотоков Белорусской железной дороги создан ряд автоматизированных и информационно-аналитических систем управления перевозочным процессом. В Единой информационно-аналитической системе поддержки управленческих решений грузовых перевозок (ИАС ПУРГП) обрабатываются данные обо всех операциях перевозочного процесса, автоматизирован процесс контроля распределения вагонных парков и продвижения вагонопотоков на направлениях железнодорожной инфраструктуры.

В рамках Содружества железных дорог создана корпоративная сетевая система плана формирования поездов, в которую объединены автоматизированные системы разработки ПФП всех железнодорожных администраций. Данная информационная среда позволяет осуществлять в регламентном режиме контроль передвижения корреспонденций вагонопотоков на железнодорожной сети колеи 1520, производить расчет ПФП и моделировать передвижение корреспонденций вагонопотоков с учетом плана перевозок и пропускных способностей объектов инфраструктуры других железнодорожных администраций. Однако имеется ряд нерешенных задач и проблем в системе организации вагонопотоков: повышение достоверности исходных параметров транспортной нагрузки и методов расчета ПФП на железнодорожном полигоне, с большим количеством станций; разработка и корректировка ПФП с учетом логистических маршрутов следования и ограничений всех участников перевозочного процесса; создание системы мониторинга передвижения вагонопотоков, которая обеспечивала получение информации о позиционировании перевозочных средств на объектах инфраструктуры и их технических параметрах в реальном режиме времени. При этом масштабная автоматизация технологических процессов, создание соответствующих хранилищ данных всех объектов и элементов перевозочного процесса являются посылом к следующему качественно новому этапу развития информационного обеспечения железнодорожного транспорта.

В настоящее время информационное обеспечение железнодорожного транспорта в целом и системы организации вагонопотоков в частности должны основываться на применении интеллектуально-управляющих систем [1]. Расширение технических возможностей информационных систем железнодорожного транспорта и современные математические методы дали новый толчок к развитию АСУ на железнодорожном транспорте. В процесс управления и организации перевозок внедряются новые информационно-управляющие системы, которые позволяют не только осуществлять контроль и производить анализ состояния перевозочного процесса, но и в режиме реального времени формировать комплекс готовых технологических и управленческих решений по обеспечению перевозочного процесса.

В рамках перехода на сквозные информационно-управляющие системы автоматизированная система организации вагонопотоков (АСОВ) рассматривается как функциональная композиция отдельных подсистем (блоков) для решения отдельных задач формирования, анализа, разработки ПФП и управления вагонопотоками на железнодорожной сети. Информационное обеспечение системы организации вагонопотоков осуществляется в рамках трех блоков: информационного обеспечения (БИО ПФ), формирования расчетных вагонопотоков (БРВ ПФ) и анализа плана формирования грузовых поездов (БА ПФ) [2]. Каждый блок выполняет отдельные функциональные задачи и взаимодействует через соответствующее API как с другими подсистемами АСОВ, так и с внешними информационно-управляющими системами. Таким образом, реализован один из принципов создания цифровой железной дороги – разработка сквозных информационных систем. Изменения коснулись также и методического обеспечения системы организации вагонопотоков. Разработаны новые подходы к расчету ПФП и к системе оценки распределения корреспонденций вагонопотоков на транспортной сети с применением экономических критериев и логистических принципов продвижения транспортного потока [3]. В методику расчета включены дополнительные условия и критерии оценки корреспонденций вагонопотоков, которые учитывают особенности множества участников перевозочного процесса, осуществляющих свою деятельность на инфраструктуре железнодорожного транспорта.

Таким образом, система организации вагонопотоков основывается на ПФП, поэтому мероприятия по совершенствованию информационного обеспечения должны быть направлены в первую очередь на повышение достоверности и актуальности исходных параметров расчета ПФП. Для этого система контроля и управления вагонопотоками на железной дороге должна быть построена с применением геоинформационных технологий и средств. Необходимо переходить к технологии ситуационного пространственно-временного позиционирования состояния объектов инфраструктуры и подвижного состава на железнодорожной инфраструктуре. Разработка информационно-управляющих систем организации вагонопотоков на железнодорожном транспорте, построенных на применении интеллектуальных технологий, требует создания соответствующей базы знаний перевозочного процесса.

Информационной основой АСОВ является автоматизация процедур составления нормативно-правовых актов, регламентирующих технологию перевозочного процесса. Технологические нормы работы и технические параметры железнодорожных станций в унифицированной форме передаются и хранятся в единой базе данных (АС «Ведомость станций»), которая используется для создания базы знаний и расширения задач интеллектуальных автоматизированных систем управления перевозочным процессом, в том числе задач организации вагонопотоков. Увеличение уровня достоверности выходных управляющих решений в АСОВ должно достигаться инте-

грацией процедур формирования вагонопотоков на основе данных о заявках на перевозку и перемещения порожних вагонов, а также адаптивных процедур составления динамических карт перемещения вагонопотоков.

Для решения задач управления и оптимизации системы организации вагонопотоков, а также моделирования расчетных вагонопотоков и их маршрутов следования на транспортной сети требуется проведение электронной паспортизации объектов инфраструктуры и перевозочных средств. Информация о моделях перевозочного процесса должна быть дополнена геоинформационными данными, на основании которых можно в реальном режиме времени производить идентификацию корреспонденций вагонопотоков, определять их технические параметры и маршрут следования на железнодорожной транспортной сети. Развитие информационной среды и технических средств необходимо строить на принципах создания цифровой железной дороги, реализация которой позволит идентифицировать перемещение вагонопотока по всем объектам инфраструктуры железной дороги с достаточным уровнем качества данных.

При разработке базы знаний интеллектуально-управляющей системы может быть использована концептуальная схема моделирования объектов инфраструктуры и перевозочных средств, которая основывается на семантических и онтологических связях между данными объектами в процессе перевозок и позволяет решать задачи оперативного управления перевозочным процессом. Функциональная композиция АСОВ и ее отдельные информационные блоки систематизируются в комплексе решаемых технологических задач управления и организации вагонопотоков: планирование корреспонденций вагонопотоков и распределение их на железнодорожной транспортной сети; разработка и оперативная корректировка плана формирования отправительских, технических, контейнерных, порожних и иных маршрутов; оперативное управление вагонопотоками и организация местной работы на полигонах РМР; анализ выполнения и нарушения ПФП.

#### **Список литературы**

1 **Ерофеев, А. А.** Интеллектуальное управление перевозочным процессом / А. А. Ерофеев // Железнодорожный транспорт. – 2017. – № 4. – С. 74–77.

2 **Кузнецов, В. Г.** Информационное обеспечение задач плана формирования железной дороги / В. Г. Кузнецов, В. Г. Козлов // Вестник Белорусского государственного университета транспорта: Наука и транспорт. – 2018. – № 1 (36). – С. 61–63.

3 Методические рекомендации по организации вагонопотоков на Белорусской железной дороге : утв. приказом № 1294 НЗ от 30.12.2013. – Минск : Бел. ж. д., 2013. – 320 с.

---

#### **СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:**

■ Козлов Владимир Геннадьевич, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», старший научный сотрудник НИЛ «Управление перевозочным процессом».

УДК 656.225:629.4.011

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ПЛАНИРОВАНИЮ ПАРКОВ ПОЕЗДНЫХ ЛОКОМОТИВОВ В ГРУЗОВОМ ДВИЖЕНИИ**

*В. Г. КУЗНЕЦОВ, О. И. БИК-МУХАМЕТОВА*

*УО «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель*

Тяговое обеспечение является важным процессом организации перевозочного процесса. Наличный парк тягового подвижного состава определяется потребным объемом перевозок на участках обращения инфраструктуры железнодорожной администрации и системой эксплуатации локомотивов. Так как жизненный цикл поездных локомотивов длительный по времени, то задача определения наличного парка поездных локомотивов связана с прогнозированием на перспективу величины вагонопотока на полигоне эксплуатации локомотивов и определением инвестиционной политики на обновление парка локомотивов с учетом их списания.

Оценка потребного парка локомотивов осуществляется с учетом признаков его использования в работе: инвентарный, эксплуатируемый и неэксплуатируемый парки.

Парк поездных локомотивов в грузовом движении может рассчитываться для различных периодов оценки тягового обеспечения эксплуатационной работы:

- долгосрочное планирование парка поездных локомотивов (на период более 1 года);
- среднесрочное планирование парка поездных локомотивов (на период от 1 месяца до 1 года);
- оперативное (краткосрочное) планирование парка поездных локомотивов (на период до 1 месяца).

Долгосрочное планирование парка поездных локомотивов осуществляется при обосновании закупки нового подвижного состава для освоения перспективных объемов перевозок, при изменении вида тяги на железнодорожных участках, при формировании государственной программы развития транспортного комплекса, планов развития локомотивного хозяйства в целом и планов технического развития локомотивных депо, планов обновления существующего парка поездных локомотивов.

Среднесрочное планирование парка поездных локомотивов выполняется при разработке нормативного графика движения поездов (ГДП) и его корректировке с целью определения достаточности существующего эксплуатируемого парка поездных локомотивов для обеспечения плановых размеров движения грузовых поездов, установленных в нормативном ГДП.

Оперативное (краткосрочное) планирование парка поездных локомотивов выполняется с целью определения достаточности существующего эксплуатируемого парка поездных локомотивов для обеспечения плановых движений грузовых поездов, установленных в сменно-суточных планах подразделений и в актуальных ГДП.

Расчет потребного инвентарного парка локомотивов на долгосрочный период планирования является основой для перспективного планирования и разработки программ развития различных структурных подразделений Белорусской железной дороги (служб и отделов Управления и отделения дороги, локомотивных депо и др.).

Расчет потребного инвентарного парка локомотивов на долгосрочную перспективу может производиться по железнодорожным участкам, участкам обращения локомотивов, железнодорожным направлениям, локомотивным депо, отделениям дороги и дороге в целом.

При этом расчет производится с использованием расчетных показателей различного уровня агрегации: по видам тяги; по сериям тягового подвижного состава; по поездо-участкам.

При расчете потребного парка локомотивов для железнодорожного участка, участка обращения локомотивов, локомотивного депо или отделения дороги основой для учета показателей служит такая единица учета, как поездо-участок. Потребный инвентарный парк локомотивов грузового движения в долгосрочной перспективе зависит от ряда факторов: планового эксплуатационного грузооборота брутто ( $\sum Pl_{\text{брутто}}$ ), коэффициента внутригодовой неравномерности грузовых перевозок ( $k_n$ ), производительности локомотивов в грузовом движении ( $W_{\text{л}}$ ), доли неэксплуатируемого парка локомотивов в грузовом движении ( $\beta_{\text{нз}}$ ):

$$M = \left\{ \sum Pl_{\text{брутто}}, k_n, W_{\text{л}}, \beta_{\text{нз}} \right\}. \quad (1)$$

Основной сложностью при определении потребного парка локомотивов в долгосрочной перспективе является расчет величины планового эксплуатационного грузооборота брутто. Его величина зависит от большого числа внешних факторов: прогнозов развития экономических и социальных процессов в стране в целом, в отдельных ее регионах, а также в соседних странах. Эти факторы должны учитываться при составлении планов погрузки во внутрисреспубликанском сообщении и на экспорт, планов выгрузки импортных грузов, планов транзита грузов, которые положены в основу величины эксплуатационного грузооборота брутто.

При планировании можно учитывать основные экономические тенденции, прогноз изменения валового внутреннего продукта для Республики Беларусь и в соседних странах, долгосрочные государственные прогнозы социально-экономического развития Республики Беларусь и соседних стран.

Методика расчета потребного инвентарного парка поездных локомотивов грузового движения на среднесрочный период планирования эксплуатационной работы производится на основании данных нормативного ГДП на плановый год и графиков оборота локомотивов и локомотивных бригад.

Потребный инвентарный парк локомотивов грузового движения в среднесрочной перспективе зависит от ряда факторов: плановых размеров движения поездов, среднего времени следования локомотивов в поездах по участкам обращения ( $\bar{T}_{дв}$ ), среднего времени нахождения локомотивов на станциях основного и оборотного депо ( $T_{ос}, T_{об}$ ), среднего времени простоя локомотивов на станциях смены локомотивных бригад ( $\bar{T}_{см}$ ), коэффициента внутригодовой неравномерности грузовых перевозок ( $k_n$ ) и доли неэксплуатируемого парка локомотивов в грузовом движении ( $\beta_{нз}$ ):

$$M = \left\{ N_{пл}, \bar{T}_{дв}, \bar{T}_{ос}, \bar{T}_{об}, \bar{T}_{см}, \beta_{нз}, k_n \right\}. \quad (2)$$

Основная сложность при расчете потребного инвентарного парка на среднесрочный период планирования заключается в определении плановых размеров движения поездов. Его величина зависит от величины планового эксплуатационного грузооборота брутто на железнодорожных участках.

Методика расчета потребного инвентарного парка поездных локомотивов грузового движения на краткосрочный период планирования эксплуатационной работы производится на основании данных нормативного ГДП на плановый месяц (сутки) и графиков оборота локомотивов и локомотивных бригад.

Потребный инвентарный парк локомотивов грузового движения на краткосрочный период зависит от ряда факторов: среднесуточных размеров движения грузовых поездов постоянного обращения на железнодорожном участке или участке работы локомотивных бригад ( $\bar{N}_{пост}$ ); коэффициента, учитывающего планируемое изменение размеров движения грузовых поездов ( $k_{пл}$ ); коэффициента, учитывающего назначение факультативных поездов ( $k_{фак}$ ); коэффициента, учитывающего назначение поездов, следующих по ниткам максимальных размеров движения ( $k_{max}$ ); коэффициента, учитывающего назначение дополнительных ниток грузовых поездов ( $k_{доп}$ ); среднего времени следования локомотивов в поездах по участкам обращения ( $\bar{T}_{дв}$ ); среднего времени нахождения локомотивов на станциях основного и

оборотного депо ( $T_{oc}, T_{об}$ ); среднего времени простоя локомотивов на станциях смены локомотивных бригад ( $\bar{T}_{см}$ ) и доли неэксплуатируемого парка локомотивов в грузовом движении ( $\beta_{нз}$ ):

$$M = \left\{ \bar{N}_{пост}, \bar{T}_{дв}, \bar{T}_{ос}, \bar{T}_{об}, \bar{T}_{см}, \beta_{нз}, k_{пл}, k_{фак}, k_{max}, k_{дон} \right\}. \quad (3)$$

Основная сложность при расчете потребного инвентарного парка на краткосрочный период планирования заключается в определении плановых размеров движения поездов. Его величина зависит от величины планового эксплуатационного грузооборота брутто на железнодорожных участках, а также экспертной оценки оперативных работников об образовании поездов на участках инфраструктуры в плановом периоде.

В целом все указанные методики планирования парков локомотивов в большой степени зависят от достоверности прогнозов эксплуатационного грузооборота брутто. Величина же прогнозного значения существенно зависит от данных, предоставляемых грузоотправителями и грузополучателями, а также прогнозных моделей, разработанных взаимодействующими с Белорусской железной дорогой железнодорожными администрациями.

---

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

- Кузнецов Владимир Гаврилович, Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», доцент кафедры «Управление эксплуатационной работой и охрана труда», канд. техн. наук;
- Бик-Мухаметова Ольга Игоревна, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», научный сотрудник НИЛ «Управление перевозочным процессом».

УДК 656.224

### **ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПассаЖИРОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПОЕЗДКИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ТРАНСПОРТОМ**

*В. Г. КУЗНЕЦОВ, Л. А. РЕДЬКО*

*УО «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель*

Информационное обеспечение пассажиров ставит целью предоставить пассажирам необходимую, своевременную и исчерпывающую информацию для осуществления поездки. Информация должна быть легко доступной пассажирам, полной и достоверной по содержанию.

Оценка информации о параметрах поездки может быть представлена на всех стадиях поездки: выбор способа поездки; покупка билетов; на объектах вокзальной инфраструктуры при посадке; в пути следования, на объектах вокзальной инфраструктуры при завершении поездки. В зависимости от стадии поездки определяется совокупность средств информационного обеспечения, которые можно использовать для предоставления данных и оказания услуг поездки [1].

**При выборе поездки** пассажиру необходимо представить справочную информацию о способе поездки, маршрутах поездки, расписании, стоимости и условиях проезда. Данная информация может быть представлена дистанционно посредством интернет-ресурсов и по телефону, а также непосредственно на объектах вокзального комплекса посредством обращения в справочное бюро, кассы или ознакомлением с информацией, представленной на средствах визуального отображения: табло, инфоматах, информационных стендах и др. Первый способ является предпочтительным при заблаговременном приобретении билетов с использованием интернет-продажи. Второй способ реализуется при приобретении билетов непосредственно перед поездкой, как правило, на поезда регионального или межрегионального сообщения.

**При приобретении билетов** пассажиру необходимо предоставить информацию о составе поезда, категории вагонов, стоимости проезда, свободности мест, характеристике места и т.п. При покупке билетов посредством интернета, терминалов продажи билетов требуется разработка сервиса, отображающего все признаки выбора требуемых параметров мест в поезде и удобного в использовании (простота представления, графика процессов и т.п.). Приобретение билетов в кассе включает процесс интерактивного общения посредством билетного кассира, обладающего знанием поиска мест с запрашиваемыми пассажиром требованиями. В процессе обслуживания осуществляются консультационные услуги, позволяющие ускорить процесс выбора пассажиром места, удовлетворяющего его требованиям.

**При осуществлении посадки** в поезд на объектах вокзальной инфраструктуры информация для пассажира должна быть представлена по этапам его перемещения от момента прибытия на привокзальную территорию (железнодорожная станция с пассажирским зданием, павильоном, посадочными платформами или иными зданиями и сооружениями на станции, остановочном пункте) с указанием потенциальных маршрутов передвижения к поезду с использованием вокзальных помещений и устройств или напрямую к составу пассажирского поезда на посадочную платформу. В первом случае должна быть представлена информация об объектах вокзального комплекса и услугах, предоставляемых пассажирам. Во втором случае должна быть представлена информация о расположении состава поезда на пути станции (у пассажирской платформы) и пути прохода к нему. Основными средствами представления информации являются указатели, информационные табло, стенды, визуализирующие информацию в принятых формах, а

также повторяющая аудиоинформация, разъясняющая предстоящие операции с пассажирскими поездами (заблаговременная информация, повторяющаяся и текущая), а также информирующая об услугах, оказываемых на объектах вокзальной инфраструктуры.

**При осуществлении поездки** в пассажирских поездах пассажиру необходимо предоставить информацию об услугах в пути следования, а также порядке и правилах пользования устройствами и оборудованием в вагонах. Пассажир должен получить информацию о расписании движения поезда и прибытии на станцию его высадки. Общая информация должна быть предоставлена пассажирам посредством аудиоинформации, а также информационных стендов или табло (мониторов). Информация о пользовании оборудованием и устройствами рассредоточена по месту их расположения. При сопровождении поездки проводниками вагонов ими предоставляется разъяснительная информация как по перечню услуг, так и по использованию устройств и оборудования.

**При завершении поездки** на объектах вокзальной инфраструктуры пассажиру необходимо предоставить информацию о его действиях в зависимости от дальнейших целей: при окончании поездки – выход в городскую среду к городскому транспорту; при пересадке на другой поезд – переход к составу поезда; при пересадке на иной вид транспорта – маршрут перемещения к месту посадки. Основными средствами представления информации для пассажиров являются указатели, информационные табло, стенды, визуализирующие информацию в принятых формах, а также оповещения по громкоговорящей связи.

Совокупность всей информации пассажирам во время поездки создает информационную среду. Основные требования к информационной среде:

- соответствовать установленному перечню услуг, оказываемых пассажирам на всех стадиях поездки;
- обладать полнотой и актуальностью предоставления, заявленной перевозчиком при оказании услуги перевозки;
- соответствовать требованиям НПА и иных документов, регламентирующих порядок предоставления информационных услуг;
- использовать технические коммуникативные устройства средства, доступные для восприятия пассажиром.

Критерием уровня развития информационной среды является её соответствие запросам пассажиров при осуществлении поездки. Базовым условием формирования критерия качества информационной среды является клиентоориентированность пассажирского перевозчика при предоставлении данных об услугах поездки и эффективное удовлетворение ожиданий и потребностей пассажиров во время этих поездок [2].

Создание доступной для пассажиров информационной среды является составной частью цифровой трансформации организации пассажирских перевозок. Среди основных направлений развития информационной среды являются:

– создание единой системы информирования пассажиров, позволяющей в автоматическом режиме генерировать звуковые сообщения и выводить их в нужные зоны вокзальной инфраструктуры, а также обрабатывать и выводить актуальную информацию на различные типы терминалов: табло наличия билетов, информационные киоски, интернет-приложения, АРМ операторов справочной службы, компьютеры персонала и т.п.;

– функционирование единого круглосуточного контакт-центра по обслуживанию пассажиров на вокзалах и в поездах;

– использование ГИС-технологий для идентификации движения пассажирских поездов и актуализации информации об их прибытии и отправлении на информационных средствах вокзалов, пассажирских платформ, интернет-ресурсах;

– развитие среды дистанционного информирования клиентов об услугах поездок пассажирскими поездами посредством интернет-ресурсов, создания специализированных приложений;

– развитие электронных документов поездки на железнодорожном транспорте и во взаимодействии с иными видами транспорта; создание единой транспортной карты.

#### **Список литературы**

- 1 **Кузнецов, В. Г.** Организация работы железнодорожных вокзалов / В. Г. Кузнецов, Л. А. Редько, И. М. Литвинова. – Гомель : БелГУТ, 2015. – 248 с.
- 2 **Сыцко, П. А.** Пассажирские перевозки : учеб. пособие / П. А. Сыцко, И. Г. Тихомиров, В. Е. Ярмоленко. – Гомель : БелИИЖТ, 1986. – 58 с.

---

#### **СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:**

- Кузнецов Владимир Гаврилович, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», доцент кафедры «Управление эксплуатационной работой и охрана труда», канд. техн. наук;
- Редько Лариса Александровна, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», старший преподаватель кафедры «Управление эксплуатационной работой и охрана труда».

УДК 629.4.014

## **ОПЕРИРОВАНИЕ ВАГОННЫМ ПАРКОМ НА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ: ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ**

*В. Г. КУЗНЕЦОВ*

*УО «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель*

Рынок собственников подвижного состава на железнодорожном транспорте государств-участников Содружества железных дорог, ЕАЭС является

развивающимся, и субъекты хозяйствования, владеющие подвижным составом, создают на транспортном рынке необходимую конкуренцию. Развитие рынка владельцев вагонов и операторов подвижного состава на транспортном рынке должно осуществляться с учетом общих интересов всех участников перевозочного процесса [1]. Государственное регулирование развития рынка услуг по предоставлению подвижного состава клиентам должно комплексно учитывать все аспекты такого рынка: правовые, экономические, технические, технологические и социальные.

Выбор форм собственности и оперирования вагонным парком на железнодорожном транспорте должен быть определен в целевой модели данного сегмента услуг. Для этого необходимо оценить бизнес-модели владельцев подвижного состава и синергетический эффект от развития структуры собственников на железнодорожном транспорте Республики Беларусь с учетом национальных и международных условий оперирования вагонами на железнодорожной инфраструктуре государств-участников Содружества железных дорог, ЕАЭС.

Для создания конкурентоспособных условий собственникам вагонов как внутри страны, так и за её рубежом, эффективного обеспечения потребностей в перевозках грузов, необходимо определить операторскую деятельность как самостоятельный бизнес-процесс, учесть неопределённость и риски, а также спрогнозировать возможные пути развития данного сегмента услуг в различных условиях (прежде всего дефицита и профицита вагонов).

Современные тенденции развития рынка услуг по предоставлению вагонов на совместном конкурентном поле государств-участников Содружества железных дорог, ЕАЭС сформировали три модели владения и оперирования вагонов.

**Модель развития арендного сегмента при предоставлении инвентарного парка под перевозку.** При сохранении действующих способов оперирования инвентарным и частным парком для внутриреспубликанского и международного сообщений в инвентарном парке вагонов, принадлежащих железнодорожной администрации (ЖДА), выделяется часть, которая используется для предоставления вагонов клиентам в аренду или на технический рейс. Для перевозок грузов по инфраструктуре иных ЖДА государств-участников Содружества (или отдельных, например Россия, Литва, Латвия, Украина) возможны два варианта передачи вагонов в пользование клиентам (или субъектам хозяйствования под договоры перевозок грузоотправителей, резидентов Республики Беларусь):

– сдавать часть вагонов инвентарного парка БЧ клиентам в аренду под устойчивый значительный объем перевозок, заявленный в план перевозок в международном сообщении;

– предоставлять вагоны как частные для перевозки грузов в международном сообщении на технический рейс.

**Модель перехода к частному парку вагонов хозяйствующих субъектов с формированием сегмента частных вагонов, принадлежащих ЖДА на праве частных.** Инвентарный парк вагонов ЖДА переда-

ется в собственность самостоятельного предприятия ЖДА. Форма управления предприятием устанавливается учредителем – ЖДА. Предприятие ЖДА (владелец вагонов) предоставляет вагоны клиентам непосредственно или через национального перевозчика. Если национальный перевозчик является владельцем вагонов, то он распоряжается им на праве собственности. Иные хозяйствующие субъекты – владельцы вагонов предоставляют вагоны клиентам на праве собственности.

Оперирование вагонным парком на инфраструктуре ЖДА осуществляет национальный перевозчик ЖДА. Оперирование вагонным парком на инфраструктуре иных ЖДА осуществляет национальный перевозчик или собственник вагонов посредством агентских договоров с сетевым перевозчиком или организациями ЖДА.

**Модель координации общего рынка частных вагонов всех хозяйствующих субъектов.** Инвентарный парк вагонов ЖДА передается в собственность операторской компании (компаниям) или национальному перевозчику. Форма образования оператора подвижного состава и передача вагонов определяется органом государственного регулирования. Все субъекты хозяйствования, владеющие подвижным составом, образуют рынок услуг по предоставлению вагонов. Формируются механизмы координации на рынке оперирования вагонов через национального перевозчика (государственного оператора подвижного состава), электронные торговые площадки (ЭТП) на основе публичности предоставления услуг вагонов под перевозки.

Парк вагонов организации ЖДА, владеющей подвижным составом, выступает гарантом обеспечения перевозок грузов хозяйствующих субъектов Республики Беларусь. Все собственники вагонов предоставляют вагоны под перевозку как на основе прямых договоров с клиентами по рыночным ставкам предоставления вагонов под перевозку в рамках государственного тарифного регулирования, так и посредством ЭТП. Организация ЖДА, владеющая подвижным составом, при наличии установленных государственных регулятором механизмов может предоставлять скидки при предоставлении вагонов под перевозку отдельных родов груза.

Развитие моделей владения и оперирования вагонов не должно приводить к увеличению совокупных транспортных издержек потребителей рынка услуг (грузоотправителей и грузополучателей).

Основными средствами совершенствования модели управления парком грузовых вагонов на железнодорожном транспорте Республики Беларусь являются:

- определение в нормативно-правовой базе Республики Беларусь основ деятельности владельца вагонов с выделением деятельности операторов подвижного состава, их прав и обязанностей, а также порядка взаимодействия с участниками перевозочного процесса;

- регламентирование порядка и условий оперирования вагонным парком владельцами вагонов, перевозчиками и иными участниками перевозочного процесса;

– установление приемлемых для всех участников перевозочного процесса плат за предоставление вагонов под перевозку, провозных платежей за грузеный и порожние рейсы, ремонт и обслуживание вагонов;

– создание условий для консолидации использования вагонного парка собственников с учетом общегосударственного и локального интересов хозяйствующих субъектов.

Мониторинг состояния рынка подвижного состава владельцами подвижного состава и государственным регулятором на основе анализа системных экономических показателей должен позволять развивать модели оперирования, информационно-аналитические модели обеспечения заявок на перевозку вагонами, перемещения порожних вагонов собственников на инфраструктуре. Методологически должен быть определен механизм оценки контролируемых параметров рынка – парка вагонов, его использования, экономической отдачи.

#### **Список литературы**

1 Кузнецов, В. Г. Оценка потребного парка вагонов для освоения перевозок на основе структурной декомпозиции / В. Г. Кузнецов, О. А. Терещенко, Ю. О. Леинова // Вестник Белорусского государственного университета транспорта: Наука и транспорт. – 2016. – № 2 (33). – С. 75–78.

---

#### **СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:**

■ Кузнецов Владимир Гаврилович, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», доцент кафедры «Управление эксплуатационной работой и охрана труда», канд. техн. наук.

УДК 656.062(476)

## **ПРИМЕНЕНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ К ОРГАНИЗАЦИИ ОБСЛУЖИВАНИЯ КЛИЕНТОВ НА БЕЛОРУССКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ ПОСРЕДСТВОМ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗОВАННЫХ (КЛИЕНТСКИХ) ПОЕЗДОВ**

*В. В. ЛАВИЦКИЙ*

*ГО «Белорусская железная дорога», г. Минск*

На Белорусской железной дороге осуществляется трансформация системы организации вагонопотоков от сложившейся организации перевозки по их фактическому образованию и свободному расписанию к организации поездов, которые следуют по постоянному расписанию на основе поездной заявки.

В настоящее время система организации вагонопотоков на Белорусской железной дороге обеспечивает:

- организацию вагонопотоков в поезда на основе использования установленных экономических критериев и логистических принципов;
- минимизацию эксплуатационных расходов Белорусской железной дороги по продвижению вагонопотоков за счет выбора наиболее эффективного плана формирования (ПФ) поездов различных категорий;
- повышение производительности поездных локомотивов и локомотивных бригад, снижение расхода топливно-энергетических ресурсов путем увеличения транзитности поездов, следующих без отцепки поездных локомотивов на всем протяжении участков их обращения;
- рациональное распределение сортировочной работы между железнодорожными станциями и эффективную концентрацию переработки вагонопотоков с учетом технического оснащения железнодорожных станций;
- согласование графика движения поездов с планом формирования грузовых поездов;
- оперативное управление вагонопотоками на сети Белорусской железной дороги на основе использования информационных технологий;
- продвижение вагонопотоков по наиболее экономически целесообразным маршрутам следования с учетом технического развития и технологии работы железнодорожных линий и договорных обязательств перед грузоотправителями и грузополучателями, перевозчиками;
- требования системы менеджмента качества по оказанию услуг железнодорожным транспортом общего пользования.

В основе ПФ грузовых поездов заложены принципы их классификации исходя из условий их образования, параметров составов и возможностям их продвижения на участках инфраструктур.

Однако успешная организация вагонопотоков должна основываться на следующих критериях:

- *стоимостном* – тариф на продвижение вагонопотоков;
- *пространственном* – кратчайшее расстояние следования вагонов;
- *временном* – срок доставки груза.

Если стоимостной и пространственный критерий Белорусская железная дорога может обсуждать и предлагать клиентам, то временной критерий в настоящее время варьируется между утвержденными максимальными нормами времени исходя из суточного пробега (групп вагонов, маршрутов) и технологическими нормами, включающими затраты времени на обработку составов на станциях и нахождение в пути согласно нормативному графику движения поездов.

Пассажирский железнодорожный транспорт работает на рынке пассажирских перевозок с обеспечением точного расписания следования поездов. Подобный сервис может быть реализован и на грузовые перевозки железнодорожным транспортом.

В системе организации грузовых перевозок предлагается дать возможность приобретения клиентами «вагонного места» в регулярном грузовом поезде, следующем по постоянному расписанию от станции формирования до станции назначения, т.е. создать на Белорусской железной дороге новый классификационный признак грузовых поездов – организованные (клиентские) поезда.

Алгоритм приобретения клиентом «вагонного места» в грузовом поезде:

- 1 Для клиента создается мобильное приложение – сайт в сети Интернет.
- 2 Клиент осуществляет регистрацию и подтверждает согласие с «Условиями оказания услуг», создает свой личный кабинет.
- 3 Для оформления заявки клиенту необходимо в личном кабинете оформить заявку и ввести необходимые данные по станции отправления и назначения, времени и дате отправления. Далее выбрать вагонное место в грузовом поезде и числа этих мест. После чего заполняются данные о роде перевозимого груза и необходимости вагонов, принадлежности вагонов и ввод их номеров либо эти номера можно указать позднее.
- 4 По окончании оформления заявки происходит переход в раздел оплаты, где клиент вводит данные дебетовой карты. Однако оплата с карты сразу не взимается, происходит задержка до полного согласования заявки сотрудниками Белорусской железной дороги (данные с карточки будут вестись после ввода номера вагонов).
- 5 Если клиент ранее не ввел номера вагонов, ему высылаются напоминание посредством электронной рассылки. При входе в свой личный кабинет он, выбрав соответствующую заявку, может ее ввести.
- 6 После окончания согласования заявки всеми причастными структурными подразделениями Белорусской железной дороги статус заявки в личном кабинете клиента меняется на «выполнено», и ожидается ввод номеров вагонов для снятия оплаты.

Технология назначения организованных (клиентских) поездов на Белорусской железной дороге включает следующие основные процессы:

- 1 На Белорусской железной дороге услуга может реализоваться средствами АС «Сменно-суточное планирование» за счет создания специального приложения к нему: «Вагонное место».
- 2 После оформления клиентом на сайте заявки на получение услуги «Предоставления вагонного места в грузовом поезде» она попадает в приложение «Вагонное место».

3 Контроль подачи клиентами заявок на данную услугу осуществляет специалист ЦУМР, который контролирует занятые места в составе грузового поезда.

4 После отображения заявки клиента в приложении «Вагонное место» выполняются операции по обработке заявки специалистами ЦУМР: планирование подвода согласованных вагонов в составе местных, передаточных поездов к станции свершения операций в установленные сроки с учетом выполнения всех технологических операций до момента включения указанных вагонов в состав отправляемого поезда; контроль за действиями ДСЦ, при необходимости согласованность действий с ДНЦ, по организации подачи/уборки этих вагонов и постановке их в заявленный клиентом поезд; текущий контроль дислокации вагонов на станции свершения грузовых операций.

5 ДСЦ в специальном разделе «Вагонное место» АС «ССП» контролирует прибытие или наличие на станции закрепленных за клиентом вагонов, которым присвоен статус «первоочередных». ДСЦ планирует порядок выполнения маневровых операций и, при необходимости, окончания грузовых операций, времени на уборку вагонов (в соответствии с технологическими нормативами времени) и определяет способ формирования клиентского поезда.

Обязанностью Белорусской железной дороги перед клиентами должно являться точное время подачи и уборки вагонов с грузовых фронтов.

Для реализации организованных (клиентских) поездов Белорусской железной дороге необходимо осуществить ряд организационно-технических мероприятий. Для клиента существенными бонусами осуществления перевозки в организованных (клиентских) поездах могут быть: гарантированный срок доставки; выбор времени осуществления заявки с учетом его потребностей в перевозках; выбор гарантированного места в составе поезда; простота финансовых операций; доступ к услуге из любой точки.

Белорусская железная дорога может получить синергетический эффект от привлечения дополнительных заявок на перевозку; привлечения клиентов, которые ранее использовали автомобильный транспорт; дополнительных доходов за услугу; повышения качества планирования местной работы и обслуживания клиентов по маршруту следования грузового поезда с установленным расписанием движения; сокращения оборота вагонов, тягового подвижного состава; имиджа надежного и своевременного перевозчика.

---

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

■ Лавицкий Владимир Васильевич, г. Минск, ГО «Белорусская железная дорога», начальник отдела службы перевозок.

УДК 656.212.5

## **ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СОРТИРОВОЧНОЙ РАБОТЫ НА СТАНЦИЯХ БЕЛОРУССКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ**

*И. М. ЛИТВИНОВА, В. Г. КОЗЛОВ*

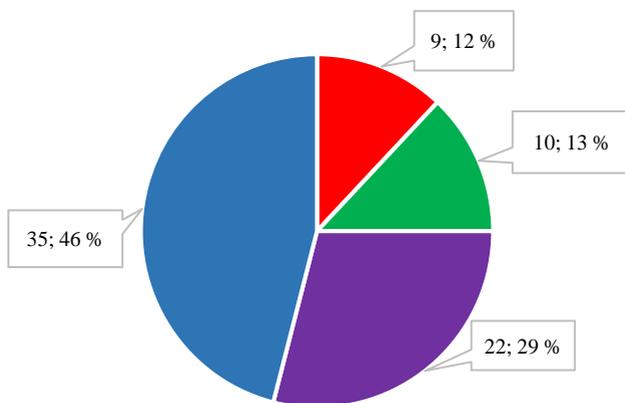
*УО «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель*

Одним из важнейших процессов на железнодорожном транспорте является организация вагонопотоков в грузовые поезда на железнодорожных станциях. Реализация этого процесса оператором инфраструктуры требует значительных технических, технологических, технических, людских и иных ресурсов, которые концентрируются на железнодорожных станциях исходя из комплексного решения распределения сортировочной работы при организации перевозочного процесса.

Обеспечение рациональной организации вагонопотоков в грузовые поезда различных категорий является важным вопросом теории и практики эксплуатационной работы железнодорожного транспорта. Организация вагонопотоков в грузовые поезда и соответствующее распределение сортировочной работы между железнодорожными станциями транспортной сети осуществляется на основании плана формирования (ПФ) грузовых поездов. В научных работах профессора И. Г. Тихомирова указывается, что функциональное назначение станций в сети определяется как задачи плана формирования сетевого, внутридорожного и регионального уровней, а также путевым и техническим развитием. Решение задачи распределения переработки вагонов между техническими станциями возможно с использованием информационно-аналитических моделей, которые полно и достоверно отображают объекты инфраструктуры, их состояние, объемы и структуру вагонопотоков в сети.

На Белорусской железной дороге 76 железнодорожных станций включены в организацию вагонопотоков в поезда и обеспечивают формирование поездов в соответствии с ПФ грузовых поездов.

Основной объем по переработке вагонов (41 %) выполняют сортировочные станции, удельный вес которых составляет 9 % от общего количества (рисунок 1).



Условные обозначения:

- – сортировочные;
- – участковые;
- – грузовые;
- – промежуточные.

Рисунок 1 – Структура железнодорожных станций, участвующих в организации вагонопотоков

Общий объем переработки вагонопотоков на станциях Белорусской железной дороги растет: ежегодный прирост составляет около 2 %. На сортировочных станциях имеется тенденция увеличения объема сортировочной работы на 3 %, участковых станциях – на 1,4 %, грузовых станциях – на 2,3 % ежегодно. За последние 15 лет общий прирост переработки вагонов в среднем на одной сортировочной горке составил более 30 %. Это требует постоянной адаптации системы организации вагонопотоков для снижения расходов на переработку и повышения уровня транзитности следования вагонопотоков по железнодорожной инфраструктуре за счет концентрации сортировочной работы на минимально возможном количестве технических станций.

**Качество системы организации вагонопотоков** можно оценить на основе сравнительной оценки фактического выполнения ПФ как по реализации установленных назначений, так и по количеству сформированных и отправленных поездов по каждому назначению.

Оценка ввода дополнительных назначений или отмены установленных назначений ПФ показывает:

- доля дополнительных назначений для отправительских маршрутов доходит до 14 % от общего количества назначений, что связано с конъюнктурой товарного рынка грузоотправителей и возникновением дополнительных заявок на погрузку;

- доля дополнительных назначений для сквозных поездов доходит до 28 % от общего количества назначений, что вызвано неустойчивым харак-

тером и частым изменением объемов, структуры, направления и дальности следования грузопотока;

– доля дополнительных назначений для местных поездов доходит до 9 % от общего количества назначений вследствие сезонности перевозки грузов и неравномерности объемов грузовой работы на отдельных станциях участков, узлов.

В результате анализа распределения вагонопотока по фактическим назначениям поездов, сформированных в 2017 году на технических станциях, установлено, что 88,1 % вагонопотока сформировано согласно действующему ПФ грузовых поездов. Удельный вес вагонопотока, отправленного в сквозных поездах сверх действующего плана формирования, составляет в среднем 7 % от общего объема вагонопотока; в участковых поездах – 1 %, местных поездах – 1,6 %.

Удельный вес вагонопотока, сформированного в отправительских ступенчатых маршрутах сверх действующего ПФ отправительской маршрутизации, составляет в среднем 1,8 % от общего объема вагонопотока.

Таким образом, установленные назначения действующего плана формирования поездов имеют значительную суточную неравномерность, связанную с многофакторностью образования рынка товародвижения и перемещения порожних вагонов.

Постоянно изменяющиеся во времени и в объемах корреспонденции вагонопотока вызывают необходимость оперативно осуществлять анализ и оценку выполнения всеми участниками перевозочного процесса ПФ поездов и на основании полученных результатов принимать необходимые управленческие решения.

Приоритетными задачами развития системы организации вагонопотоков являются:

- создание информационно-аналитической модели распределения сортировочной работы между техническими станциями;
- концентрация переработки вагонопотоков в соответствии с техническим развитием станций и особенностями их эксплуатации;
- повышение уровня транзитности следования вагонопотоков.

Информационно-аналитическая модель распределения сортировочной работы (ИАМ РСР) между станциями состоит из комплекса отдельных информационных блоков для решения задач системы распределения участия каждой из станций сети в переработке вагонов. В структурно-функциональную композицию ИАМ РСР входят следующие информационные блоки: 1) блок формирования расчетного полигона; 2) блок формирования расчетных вагонопотоков; 3) моделирование транспортной нагрузки на расчетном полигоне; 4) расчетный блок поиска вариантов перераспределения сортировочной работы на расчетном полигоне; 5) оценка полученных вариантов по инфраструктурным ограничениям железнодорожной сети; 6) технико-экономическая оценка вариантов перераспределения сортировочной работы на станциях расчетного полигона.

В результате моделирования ИАМ РСР устанавливаются варианты распределения сортировочной работы между техническими станциями железнодорожной сети Белорусской железной дороги. Техничко-экономическая оценка вариантов осуществляется методом комплексного сравнения соответствующих эксплуатационных затрат, связанных с организацией вагонопотоков в поезда различных категорий. Оптимальным является вариант с минимальными эксплуатационными затратами, который обеспечивает рациональное распределения транспортной нагрузки между техническими станциями железнодорожной сети, с учетом ограничений инфраструктуры.

### **Список литературы**

1 Методические рекомендации по организации вагонопотоков на Белорусской железной дороге : утв. приказом № 1294 НЗ от 30.12.2013. – Минск : Бел. ж. д., 2013. – 320 с.

2 Оценка распределения эксплуатационной работы по организации вагонопотоков на технических станциях Белорусской железной дороги / А. Б. Макриденко [и др.] // Вестник Белорусского государственного университета транспорта: Наука и транспорт. – 2018. – № 2. – С. 23 – 26.

3 **Козлов, В. Г.** Использование общего условия оценки выделения назначений при расчетах плана формирования методом совмещенных аналитических сопоставлений / В. Г. Козлов // Вестник Белорусского государственного университета транспорта: Наука и транспорт. – 2014. – № 1. – С. 58 – 60.

---

### **СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:**

■ Литвинова Ирина Михайловна, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», старший преподаватель кафедры «Управление эксплуатационной работой и охрана труда»;

■ Козлов Владимир Геннадьевич, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», старший научный сотрудник НИЛ «Управление перевозочным процессом».

УДК 656.225.073.235

## **СОСТОЯНИЕ И ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ КОНТЕЙНЕРНЫХ ПЕРЕВОЗОК В МИРЕ**

*Е. В. МАЛИНОВСКИЙ, С. А. ПЕТРАЧКОВ*

*УО «Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель»*

Рынок международных контейнерных перевозок представляет собой рынок транспортно-логистических услуг с развитой конкуренцией. К основным тенденциям развития контейнерных перевозок в мире можно отнести:

– расширение использования технологий контейнеризации грузов и рынка контейнерных перевозок; при этом большое внимание уделяется вопросам разработки и производства новых видов контейнеров;

– развитие инфраструктуры по обработке контейнеров, значительное увеличение мощностей контейнерных терминалов в крупнейших морских и «сухих» портах на базе сотрудничества в инвестиционной деятельности ведущих мировых контейнерных компаний, что способствует развитию глобальных центров, расположенных в пунктах движения контейнеропотока на стратегических направлениях Азия – Европа, Европа – Северная и Южная Америка, Азия – Северная и Южная Америка;

– возрастающая конкуренция на рынке контейнерных перевозок, где все большее внимание уделяется вопросам повышения скорости доставки грузов в контейнерах;

– формирование стратегических альянсов и ассоциаций, что приводит к консолидации рынка контейнерных перевозок, слиянию компаний, созданию транспортно-логистических групп, предоставляющих широкий спектр услуг и получающих доходы не только от транспортной деятельности;

– повсеместная интеграция интермодальности в транспортные схемы и маршруты доставки грузов;

– освоение новых транспортных путей, которые в обозримом будущем могут повлиять на загруженность существующих направлений контейнеропотоков;

– появление специфических диверсифицированных продуктов в контейнерных перевозках для различных сегментов грузовладельцев (Daily Maersk, Slow Steaming);

– формирование сети железнодорожных ускоренных контейнерных поездов Азия – Европа, создающих реальную конкуренцию морскому пути DeepSea, прежде всего, по скорости доставки;

– изменение акцента в стратегической деятельности крупных лизинговых компаний (SeaCube, Cronos, Textainer, CARU и т.д.) на работу преимущественно с крупными компаниями, исключая из клиентской базы средние и мелкие компании, а также транспортно-экспедиторские компании, ориентированные исключительно на наземные перевозки.

Отдельно следует выделить тенденцию формирования международной сети логистических кластеров, в которой роль контейнерного сообщения исключительно важна. Одним из назначений логистических кластеров является обеспечение устойчивости прохождения через них товарных потоков, исключение ситуаций задержек товародвижения и минимизации издержек в течение всего процесса прохождения товаров через инфраструктуру кластера. Однако при соответствующей координации деятельности управленческих структур транспортно-логистических кластеров, находящихся на больших расстояниях, можно состыковать выходные инфраструктуры кластеров в регионе грузоотправителя с входными инфраструктурами класте-

ров в регионе грузополучателя путем контейнерного сообщения. Таким образом, формируются логистические контейнерные коридоры, комплекс которых может трансформироваться в сетевую структуру.

Формируя сеть логистических контейнерных коридоров между соответствующим образом ориентированными логистическими кластерами, в регионе создается устойчивая экономическая система, способная к реализации краткосрочных и среднесрочных экономических программ. Производители товаров в регионе могут с уверенностью оценивать потенциал своего производства с учетом возможности сбыта своих товаров на соответствующих рынках исходя из благоприятных условий предоставления логистических услуг в процессе доставки. Система логистических кластеров, соединенных между собой логистическими контейнерными коридорами, может представлять собой каркас устойчивости развития торгово-промышленного комплекса региона в процессе периодов нестабильности конъюнктуры торговых и транспортных рынков, финансовых и административных систем. Товаропроизводители в регионе, закладывая в свои планы стратегического развития издержки на транспортные услуги при прохождении товаров по логистическим контейнерным коридорам, существенно повышают конкурентоспособность производимых товаров. Продавцы региональных товаров получают возможность в случае неблагоприятного развития ситуации на рынках сбыта снижать цену товара, оставаясь в зоне прибыли.

Согласно прогнозу, парк контейнеров в мире в ближайшее время может значительно увеличиться и по умеренному сценарию достигнуть к 2025 году более 40 млн ДФЭ. По оценкам британского консалтингового агентства Drewry Maritime Research, в мировом контейнерном парке 89 % занимают универсальные стандартные и специализированные контейнеры, а оставшийся объем – рефрижераторные контейнеры и танк-контейнеры.

Морская составляющая является важным элементом комбинированной (мультимодальной) перевозки контейнеров в мире. Помимо собственно перевозки по морю, контейнер должен быть доставлен сухопутным транспортом отправителю (для загрузки) и получателю (для выгрузки). Подобные услуги предлагают и судоводные контейнерные компании, но большинство морских контейнерных перевозчиков отказались от осуществления такого рода деятельности, так как ее затратная часть превышает предельные издержки на комбинированную перевозку. Поэтому в данном сегменте контейнерных перевозок появляются компании другого профиля, к числу которых можно отнести уже более 30 крупных фирм, занимающихся транспортно-экспедиционной деятельностью.

В настоящее время более половины всех контейнеропригодных грузов в мире перевозится в контейнерах. Уровень контейнеризации в мире составляет в среднем 50 – 60% общего объема перевозок контейнеропригодных грузов, а в ряде европейских портов контейнеризация превышает 90 %.

Таким образом, развитые страны уже прошли все стадии формирования рынка контейнерных перевозок, который достаточно успешно функционирует. Основными полосомами роста мирового контейнерного рынка в ближайшие годы станут Китай, Индия и другие страны Азии, Африка, Латинская Америка.

Стратегия развития контейнерных перевозок в Республике Беларусь как в целом, так и с использованием различных видов транспорта, инфраструктуры должна выстраиваться на основе мировых тенденций формирования рынка контейнерных перевозок и максимального вовлечения заинтересованных субъектов хозяйствования в работу и использование логистических контейнерных коридоров.

### **Список литературы**

1 **Кириллова, А. Г.** Мультимодальные контейнерные и контрейлерные перевозки / А. Г. Кириллова. – М. : ВИНТИ РАН, 2011. – 260 с.

2 **Еловой, И. А.** Современные тенденции рынка железнодорожных грузовых перевозок / И. А. Еловой, В. В. Ясинский, М. М. Колос. – Гомель : БелГУТ, 2010. – 210 с.

3 **Резер, С. М.** Управление транспортом за рубежом / С. М. Резер. – М. : Наука, 1994. – 330 с.

4 Концепция развития контейнерных перевозок на Белорусской железной дороге до 2020 года : утв. приказом № 123Н от 30.12.2018. Минск : Бел. ж. д., 2018. – 12 с.

---

### **СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:**

■ **Малиновский Евгений Виктрович**, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», старший преподаватель кафедры «Управление грузовой и коммерческой работой»;

■ **Петрачков Сергей Александрович**, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», инженер НИЛ «Грузовая, коммерческая работа и тарифы».

УДК 656.2

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЛАСТЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ УСТОЙЧИВОСТИ РАБОТЫ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ**

*А. А. МИХАЛЬЧЕНКО*

*УО «Белорусский государственный университет транспорта» г. Гомель*

Устойчивость работы транспортной системы в сложных условиях экономической деятельности хозяйствующих объектов и реализации многовекторной сбалансированной геополитики в регионе имеет сегодня важное значение для государства. Это связано с тем, что с использованием инфор-

мационных технологий при выполнении транспортного процесса возникли предпосылки создания новых технологий перевозок грузов и пассажиров, что обеспечит эффективное использование транспортных средств и транспортной инфраструктуры. С учётом того, что бюджетное наполнение от услуг транспорта составляет в среднем 17–20 %, к устойчивости работы транспортных организаций со стороны государства проявляется активный интерес.

Теоретические исследования устойчивости работы транспортной системы страны и выполнения транспортного процесса базируются на научном фундаменте, созданном профессором И. Г. Тихомировым применительно к железнодорожному транспорту. С учетом его теоретических наработок установлен и исследован комплекс факторов, влияющих на устойчивое развитие и функционирование по уровням (кластерам) транспортного комплекса.

Кластерные исследования применяются для решения широкого спектра задач транспортной деятельности в различных сегментах транспортной системы страны. Все исследования, посвященные проблеме сегментации, безотносительно того, какой используется метод, имеют целью идентифицировать устойчивые группы в транспортной системе, каждая из которых объединяет в себя объекты с похожими характеристиками, и для неё может быть разработан комплекс перспективных мероприятий устойчивого развития. Не используя кластерных исследований при формировании мероприятий Государственной программы развития транспортного комплекса страны на прогнозируемый период, разработчики, как правило, допускают ошибку следующего рода: кластерные характеристики, на основе которых разрабатываются мероприятия, выбираются по принципу «доступней, проще, дешевле». Такой подход ставит под сомнение целесообразность всего комплекса мероприятий по устойчивому развитию транспортной системы страны.

С использованием кластерных исследований выделены факторы устойчивого развития и функционирования транспортной системы страны и уровень их влияния на эффективность разрабатываемых мероприятий. Значительная часть факторов, имевших первоочередное значение в 2000–2010 гг., утратила его в 2016–2018 гг. Так, финансово-экономический фактор в период 2000–2010 гг. имел первостепенное значение, что было связано с отсутствием предложения кредитования инвестиций международными финансовыми организациями и финансирования программ устойчивого развития за счёт собственных финансовых ресурсов (собственной прибыли, снижения доходности транспортных организаций, низкого уровня заработной платы, возрастающих бюджетных субсидий и др.). В результате это привело к замедлению развития транспортных организаций, высокому уровню убыточности пассажирского сектора транспортной деятельности. По результатам преодоления экономических проблем 2014 г. транспортная система получила существенное снижение устойчивого функционирования и не смогла полностью выйти на показатели до кризисного периода.

По результатам кластерных исследований финансово-экономического фактора выделены сегменты, обеспечивающие стабильность бюджета транспортных организаций, независимость от дотаций и трансфертов различного уровня, степень участия кредитных учреждений в стратегическом развитии, привлекательности для признанных страховых компаний, участие в целевых программах, приоритетных национальных проектах и стратегиях развития. Определены направления по снижению влияния экономической нестабильности и кризисных явлений для транспортной системы.

Данный вид исследований позволил оценить состояние транспортной инфраструктуры:

- наличие и состояние в регионе сети автомобильных и железных дорог, аэродромов, речных портов;
- используемых республикой морских портов и коммуникаций иностранных государств; состояние связи и телекоммуникаций, доступность интернета для потребностей транспорта;
- степень развития рыночной инфраструктуры (распределительной логистической сети, транспортно-логистических терминалов и др.);
- ограничения на использование национальной транспортной сети. Выполнена также оценка других факторов.

Важное значение для транспортной системы Республики Беларусь в последние годы играет геополитический фактор. Он учитывает географическое размещение страны, участие её транспортной сети в интеграционных процессах региона и континента; наличие ограничений и запретов на использование национальной транспортной сети в международном рынке транспортных услуг; ограничения на использование транспортных средств; система использования пограничной инфраструктуры. Для страны с большими экспортными возможностями важным также является фактор промышленно-производственного развития. Он включает оценку и наличие развитой производственной базы по изготовлению транспортных средств и транспортного оборудования, уровень развития транспортно-технологических ресурсов, зависимость региона от монополий топливно-энергетических ресурсов. По данному фактору создана база устойчивого обновления транспортных средств для выполнения пассажирских и грузовых перевозок, маневровых передвижений.

Экологический фактор сегодня увязан с природно-климатические условиями Республики Беларусь и рассматривает техногенные загрязнения и уровень нагрузки на её экосистему. С учётом введения жёстких экологических требований на выполнение транспортной деятельности и необходимости их выполнения при сотрудничестве со странами ЕС, данный фактор сегодня имеет косвенное влияние на устойчивое развитие транспортной системы.

Социальная сфера транспортных организаций выходит на первый план, что связано с высоким уровнем требований социальной направленности Государ-

ственной программы национального развития Республики Беларусь, частью которой является Программа развития транспортного комплекса страны. Наличие отраслевых научных и образовательных учреждений создает предпосылки устойчивого наличия квалифицированных трудовых ресурсов и рабочих мест.

Исследование влияния рассмотренных факторов показало, что в период 2016–2018 гг. на первый план выходит геополитический фактор. Существенно снизилось влияние промышленного фактора, что связано с интеграцией транспортной системы в мировой рынок производителей транспортных средств. При этом изменились цели устойчивого развития транспортной системы страны – приоритет отдается современному техническому развитию и социальной стабильности в коллективах. Преемственность научной школы профессора И. Г. Тихомирова заключается в том, что на его теоретическом фундаменте создано новое направление теоретических и методических разработок, успешно использованных при разработке Государственных программ развития транспортного комплекса Республики Беларусь за последние три пятилетия. Это позволило создать условия устойчивого развития и функционирования транспортной системы страны в будущем.

---

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

■ Михальченко Анатолий Александрович, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», доцент кафедры «Управление автомобильными перевозками и дорожным движением», канд. техн. наук.

УДК 656.224/.225

### **АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ ПЕРЕВОЗОК**

*Г. И. НЕСТЕРЕНКО, М. И. МУЗЫКИН, С. И. АВРАМЕНКО*  
*Днепропетровский национальный университет*  
*железнодорожного транспорта им. академика В. Лазаряна, Украина*

Подписание европейскими странами Критского протокола о сокращении на 5 % вредных выбросов в атмосферу заставил многие страны пересмотреть концепцию перевозки через их территорию транзитных контейнеров автомобилями, перераспределив контейнеры на железнодорожный транспорт с использованием контейлерных поездов.

Существенным недостатком перевозки с использованием железнодорожного транспорта является необходимость вывоза контейнера с места «общего пользования» и доставка потребителю «до двери» автомобильным транспортом. Привлечение с автомобильного на железнодорожный транспорт дополнительных объемов контейнеров как в транспортных коридорах,

так и за их пределами позволит организовать продвижение груза в ускоренных контейнерных и контрейлерных поездах, что в свою очередь приведет к сокращению времени оборота контейнеров в пути на 2–3 суток.

Украинская транспортная система имеет выгодное географическое положение между Западной Европой и Азией. Территорию Украины ежегодно пересекают тысячи автопоездов как отечественных, так и заграничных собственников. Наша страна имеет устоявшиеся автомобильные грузопотоки со многими странами Центральной и Западной Европы, а также со странами СНГ. При этом объемы международных автомобильных перевозок постоянно возрастают. Именно поэтому транспортная система Украины имеет все возможности для того, чтобы стать важной логистической платформой европейской системы, предлагая кроме транзитных перевозок и организацию мультимодального транспорта, систему комплексных услуг (по складированию, хранению и перевозке), расширение европейской туристической сети, образование резерва в транспортных узлах.

Развитие международных транспортных коридоров (МТК) влияет не только на саму транспортную отрасль, но и на отрасли промышленности, непосредственно с ней взаимосвязанные, а также на прилегающие территории, давая толчок их экономическому развитию. Развитие и эффективное функционирование сети МТК, соединяющей Украину с Европой и Азией, в данный момент является задачей приоритетной. Только ее эффективное решение позволит транспортной системе страны интегрироваться в европейскую и мировую транспортные системы.

По мнению Международного союза железных дорог (МСЖД), перспективы железнодорожных грузовых перевозок в Европе во многом зависят от желания разных стран объединить свои усилия и ресурсы. Железнодорожный транспорт уже долгое время имеет репутацию энергетически эффективного и экологически чистого, но, несмотря на это, его доля на рынке грузовых перевозок постоянно уменьшается.

Грузоотправителей, особенно связанных со смешанными перевозками, не устраивают в железнодорожном транспорте низкая пунктуальность, плохое планирование ниток графика, негибкость предлагаемых услуг.

Комбинированные перевозки грузов находят все большее распространение благодаря тому, что при их организации отпадает необходимость в перегрузке грузов при переходе с одного вида транспорта на другой, благодаря чему значительно сокращается срок доставки, а также потому, что они обеспечивают один из важнейших логистических принципов – доставка грузов «от дверей до дверей». Наиболее перспективными из комбинированных перевозок являются контейнерные перевозки грузов. Процесс контейнеризации в мире идет значительными темпами. Ее объемы в настоящее время составляют около 55 %, то есть более половины всех контейнеропригодных грузов перевозится в контейнерах. В настоящее время пятью круп-

нейшими контейнерными операторами контролируется одна треть мирового рынка контейнерных услуг. Экономические процессы способствуют естественному отбору транспортных компаний и повышению конкуренции на этом рынке, что способствует повышению общего уровня услуг перевозки.

Контрейлерные перевозки позволяют получить следующий эффект: сокращение оборота и увеличение пробега подвижного состава; экономия эксплуатационных расходов, связанных с переформированием составов; экономия энергоресурсов.

Для дальнейшего развития комбинированных перевозок необходимо обновление материальной базы, включающее развитие контейнерного хозяйства (и, в первую очередь, обновление парка крупнотоннажных контейнеров), модернизация перегрузочной техники, строительство современных терминалов, обновление и увеличение парка платформ для контрейлерных перевозок.

В этой связи можно отметить выгодность систем бимодальных перевозок, для которых не нужен дополнительный подвижной состав при следовании по железной дороге.

При международных контрейлерных перевозках маршруты движения поездов организуются таким образом, чтобы количество и продолжительность остановок для выполнения таможенного контроля были минимальными. Это, в частности, достигается за счет выполнения таможенных процедур в пунктах технического обслуживания вагонов при выполнении операций погрузки и выгрузки. Министерство инфраструктуры ведет активную работу по присоединению Украины к международным конвенциям относительно упрощения процедур таможенного контроля, снижения затрат на оформление грузов и сокращения продолжительности задержки их на границе.

Внедрение контрейлерных поездов приведет к ускорению доставки грузов, сокращению оборота платформ, которые используются для этих перевозок, повышению эффективности транспортных услуг.

На действующем графике движения всех участков направлений выбраны специальные нитки для этих поездов, которые обеспечивают максимальные скорости продвижения и минимальный простой поездов на технических станциях. В комплексной технологии установлены пункты смены локомотивов и локомотивных бригад, станции технического обслуживания поездов, рассчитана минимальная норма времени обработки поездов на технических станциях. Как результат, составлено расписание движения контрейлерных поездов в границах определенных направлений, рассчитан оборот составов поездов.

Прокладка на графике движения такого поезда, как контрейлерный, отличается от прокладки грузового поезда. К особенностям его прокладки на графике движения поездов относятся: значительно меньший вес контрейлерного поезда в отличие от критического веса грузовых поездов на участках направлений, который определяется при помощи тяговых расчетов; скорость

движения контрейлерного поезда приближается к скорости пассажирского, поэтому следует считать такой поезд ускоренным грузовым; время отправления поезда с конечных пунктов желательнее выбирать в конце суток с целью обеспечения погрузки и крепления техники в дневное время; контрейлерный поезд не следует обгонять пассажирскими поездами; стоянки контрейлерных поездов на станциях, где выполняется техническое обслуживание, не должны превышать установленных технологическими графиками норм; на конечных станциях оборота продолжительность стоянки контрейлерного поезда должна быть такой, чтобы обеспечивалось время погрузки и выгрузки не менее 8 часов; для обеспечения прибытия поезда на конечные станции по расписанию в графике должен быть обеспеченный резерв времени.

Необходимое количество подвижного состава для перевозки контрейлеров можно определить, исходя из рассчитанного оборота состава контрейлерного поезда на выбранном направлении движения.

Для стимулирования развития комбинированного транспорта необходимо реализовать в рамках долгосрочной программы ряд мероприятий, в том числе: создать директивные основы и равные возможности для справедливой конкуренции между всеми видами транспорта; обеспечить развитие технических средств и инфраструктуры, включая создание центров интермодальных перевозок; разработать основы транспортной политики государства относительно комбинированного транспорта (правовое регулирование, тарифы, информация).

Перспективы развития комбинированных перевозок наглядны: они позволяют сохранить автодороги, значительно улучшить экологию и криминальную обстановку на пути следования, ликвидировать «пробки» в пунктах таможенного контроля, значительно облегчить работу водителей. Главное же, на железную дорогу будут привлечены дополнительные объемы перевозок и, соответственно, увеличатся прибыли. Но необходимо выработать тесное взаимодействие транспортных, пограничных и таможенных органов страны с целью более рациональной организации международных контрейлерных перевозок.

---

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

- Нестеренко Галина Ивановна, г. Днепр, Украина, Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, доцент кафедры «Управление эксплуатационной работой», канд. техн. наук;
- Музыкин Михаил Игоревич, г. Днепр, Украина, Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, старший преподаватель кафедры «Безопасность жизнедеятельности», канд. техн. наук;
- Авраменко Светлана Игоревна, г. Днепр, Украина, Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности», канд. техн. наук.

УКД 656.062(476)

**ОЦЕНКА СЕРВИСА ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЦЕНТРОВ  
В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ***Ю. А. ОСИПОВА**УО «Белорусский национальный технический университет», г. Минск*

Транспорт является одной из ключевых отраслей государства, важнейшим фактором эффективного развития экономики. Он является важной частью жизнедеятельности общества, сферой приложения человеческого труда, областью использования новейших результатов науки и техники, и представляет собой сложную динамическую систему, где необходимо теснейшее взаимодействие частей и подразделений. В этой сложной отрасли народного хозяйства взаимодействуют различные виды магистрального транспорта, а также городской и промышленный транспорт. Несмотря на административно-хозяйственную самостоятельность, все виды транспорта находятся в известной зависимости друг от друга и оказывают существенное взаимное влияние на процесс и результаты своей работы. Единство назначения всех видов транспорта, а также тесная взаимозависимость между ними позволяет рассматривать их как единую транспортную систему государства, функционирование которой обусловлено определенными объективными закономерностями.

Система логистического обслуживания является одной из основных элементов, обеспечивающих конкурентное преимущество предприятий, которое достигается за счет поддержания необходимого уровня обслуживания потребителей при обеспечении приемлемого уровня затрат на его обеспечение. Оптимизация процесса движения материального потока является необходимым условием повышения конкурентоспособности предприятия. Одной из главных задач, стоящих перед предприятием, является снижение затрат на доставку товаров до конечного потребителя, что достигается совершенствованием организационно-технологических процессов как во всей системе движения материального потока, так и в отдельных ее звеньях. Рационализация процесса управления материальным потоком предполагает улучшение работы всей системы товародвижения, одним из основных элементов которой является складская инфраструктура. Важно правильно и рационально организовать складской технологический процесс, чем и обусловлена актуальность данной темы.

Требование к сокращению времени складской обработки и хранения приводит к задаче проектирования скоростных технологий с учетом специфики товаропотока конкретного предприятия при минимальных затратах на его реализацию [1].

Работа по оказанию услуг, т. е. по обеспечению неких потребностей, называется сервисом. Логистический сервис неразрывно связан с процессом рас-

пределения и представляет собой комплекс услуг, оказываемых в процессе движения материального потока. Объектом логистического сервиса являются различные потребители материального потока. Важным критерием, позволяющим оценить систему сервиса, как с позиции поставщика, так и с позиции получателя услуг, является уровень логистического обслуживания. Значение логистического обслуживания растет также в связи с развитием оптовой и розничной торговли, а также логистического рынка 3 и 4 PL провайдеров. Эффективное выполнение логистическими посредниками своих функций по обслуживанию достигается на основе более тесного взаимодействия партнеров в цепи поставок.

В настоящее время основное движение материального потока осуществляется с участием двух и более видов транспорта. Пунктами непосредственного взаимодействия являются транспортно-логистические центры, где сливаются различные виды транспорта. Взаимодействие различных видов транспорта заключается в слаженности и согласованности операций на разных видах транспорта, участвующих в общем процессе движения материального потока. Анализ практики и исследования процесса движения материального потока показывают, что взаимодействие различных видов транспорта зависит от многих условий экономического, технического, технологического, организационного и управленческого характера.

В Республике Беларусь функционируют 48 логистических центров, из них 12 являются государственными, остальные созданы за счет инвестиций национальных и иностранных инвесторов; 16 логистических центров располагают на своей территории складами временного хранения и таможенными складами; 9 центров являются мультимодальными, т.е. имеют подъездные пути двух и более видов транспорта, остальные используют только автомобильный транспорт [2].

Структура перевозки грузов по видам транспорта в Республике Беларусь согласно данным Национального статистического комитета Республики Беларусь представлена в таблице 1.

*Таблица 1 – Грузооборот по видам транспорта в 2015–2017 гг.*

В миллионах тонно-километров

Вид транспорта	Период, год		
	2015	2016	2017
Все виды транспорта	125 957	125 820	133 348
В том числе:			
трубопроводный	60 552	59 345	57 708
железнодорожный	40 785	41 107	48 538
автомобильный	24 523	25 239	26 987
внутренний водный	21	21	32
воздушный	77	108	83

В структуре перевозки грузов наибольшую долю в общем объеме занимает трубопроводный транспорт (от 45 до 48 %), затем железнодорожные

(от 32 до 37 %) и автомобильные (от 16 до 20 %) перевозки. Внутренний водный и воздушный транспорт в сумме занимают менее 1 %.

В условиях увеличения грузооборота возрастает необходимость повышения эффективности управления взаимодействием различных видов транспорта и снижения издержек на логистические операции.

Государственными стандартами Республики Беларусь СТБ 2133–2010 «Классификация складской инфраструктуры» и СТБ 2046–2010 «Транспортно-логистический центр. Требования к техническому оснащению и транспортно-экспедиционному обслуживанию» определены технические требования к складской инфраструктуре, приведены минимальные значения дополнительных параметров технического оснащения транспортно-логистического центра, балльная оценка транспортно-логистического центра на основании его технического паспорта. В рамках мероприятий Республиканской программы развития логистической системы и транзитного потенциала до 2020 г. по обеспечению развития логистической инфраструктуры и повышения эффективности ее использования разработаны критерии оценки приемочной/отправочной экспедиции складских комплексов на основании логистического подхода.

В качестве критериев оценки приемочной/отправочной экспедиции транспортно-логистических центров могут выступать качественные и количественные показатели наличия системы автоматизации склада, наличие подъемно-транспортного оборудования, средств механизации и приспособлений для грузоподъемных операций, перемещения, транспортирования и складирования грузов, уровень автоматизации и механизации внешнего складского оборудования и т.д.

На основе использования коэффициента оценки логистического сервиса транспортно-логистических центров можно определить пути снижения простоя подвижного состава в ожидании загрузки/выгрузки, совершенствование системы организации и нормирования труда специалистов, задействованных при организации погрузочно-разгрузочной работ, рационализацию расчета необходимого подъемно-транспортного оборудования, средств механизации и приспособлений для грузоподъемных операций, повышение слаженности и согласованности операций на разных видах транспорта.

### **Список литературы**

1 **Сергеев, В. И.** Глобальные логистические системы : учеб. пособие / В. И. Сергеев, А. А. Кизим, П. А. Эльяшевич ; под общ. ред. В. И. Сергеева. – СПб. : Издательский дом «Бизнес-пресса», 2001. – 240 с.

2 **Транспорт и логистика** // Международные выставки / Транспортный вестник; гл. ред. Т. В. Луцевич. – 2018. – № 5 (111). – С. 7.

---

### **СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:**

■ **Осипова Юлия Александровна**, г. Минск, УО «Белорусский национальный технический университет», аспирант кафедры «Экономика и логистика».

УДК 656.2(476.3)

## **ОПЫТ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ РАБОТЫ ЦУМР МИНСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ БЕЛОРУССКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ**

*В. Н. ПАНЮШЕНКО*

*ГО «Белорусская железная дорога», г. Минск*

Центр управления местной работой (далее ЦУМР) – подразделение отдела перевозок отделения Белорусской железной дороги, выполняющее производственные функции в области оперативного управления местной работой на полигоне отделения дороги.

В целях совершенствования организации эксплуатационной работы ЦУМР в составе отдела перевозок Минского отделения был организован с 01.04.2014 приказом начальника отделения железной дороги «О создании центра управления местной работой» от 14.01.2014 № 8П.

Основными задачами ЦУМР являются:

- организация работы единой диспетчерской смены по управлению и организации местной работы, выполнению сменно-суточных и текущих планов и оперативных заданий;
- обеспечение выполнения нормативов ГДП и ПФП в части, касающейся местной работы;
- контроль выполнения утвержденной технологии местной работы;
- контроль за работой локомотивов, обслуживающих местную работу;
- принятие оперативных мер во взаимодействии с ЦУП при нарушении движения поездов.

Общее руководство работой ЦУМР осуществляет начальник отдела перевозок. В его подчинении находится заместитель начальника отдела перевозок – начальник ЦУМР, который осуществляет непосредственное руководство работой ЦУМР.

Организация работы диспетчерского аппарата, а также сменно-суточное планирование местной работы осуществляется под руководством ДНЦС и ДНЦОП при участии ДНЦО.

Рабочую смену ЦУМР возглавляет ДНЦОП, в непосредственном подчинении которого находятся ДНЦО и ДНЦВ. Рабочая смена ЦУМР работает в непрерывном технологическом взаимодействии с диспетчерскими сменами дорожного и линейного уровней.

В ЦУМР между ДНЦВ определено территориальное распределение обязанностей, при котором каждый ДНЦВ в границах выделенного района выполняет функции текущего планирования местной работы (в части, касаю-

щейся его должностных обязанностей), управляет парками местных и порожних вагонов, а также локомотивами, обслуживающими местную работу.

Исходя из структуры отделения дороги в ЦУМРе выделены два района управления местной работой: 1-й район – Орша – Осиновка – Лепель – Минск – Негорелое и 2-й район – Талька – Молодечно – Гудогай – Будслав – Богданов. В 1-й район управления входят 30 станций, во 2-й район – 30 станций.

В ЦУМР осуществляется сменно-суточное и текущее планирование местной работы отделения дороги совместно с причастными подразделениями и организациями, включающее в себя: планирование поездной (отправления местных поездов) и грузовой работы, развоза местного груза, внутриотделенческой регулировки порожнего вагонопотока, эксплуатационной работы станций.

К основным особенностям организации эксплуатационной работы Минского ЦУМР можно отнести:

– большая часть железнодорожных участков является частью двух общеевропейских транспортных коридоров – II (Запад – Восток), IX (Север – Юг);

– грузовую базу отделения дороги формируют такие предприятия, как ОАО «Маз», РУП «Минский тракторный завод», ЗАО «Атлант», ОАО «Керамин», ОАО «БелАЗ», ОАО «Амкадор», ОАО «Завод строительных материалов» и ряд других, которые характеризуются большой долей законченности продуктов, часть из которых отправляется на экспорт;

– на Минское отделение приходится большая часть грузовых транзитных перевозок: нефть, черные металлы, лесоматериалы, уголь, строительные материалы и другие.

Для работников ЦУМР предусмотрены следующие автоматизированные системы: АП «МЕСПЛАН, электронный «Блокнот руководителя», Business Objects XI, «Абонентский пункт», АС ДЦ «НЕМАН», «Автоматизированная система сменно-суточного планирования погрузки и выгрузки дороги и ее подразделений» (АС ССП).

Основными задачами, решаемыми с помощью функционала систем, являются разработка планов погрузки на предстоящие сутки и выгрузки на текущие сутки, реализация функций контроля и выполнения планов погрузки и выгрузки по истечении планируемых суток.

#### *Положительные аспекты формирования ЦУМР.*

Налажено четкое взаимодействие между дежурно-диспетчерским аппаратом ЦУМР и станций в части организации развоза вагонов с местным грузом, обеспечения порожними вагонами под погрузку.

С каждым годом в условиях постоянно меняющейся географии погрузки и выгрузки на отделении железной дороги вносятся изменения в технологический процесс организации местной работы. С учетом изменения объемов и характера эксплуатационной работы производится обкатка локомотивных

бригад с целью расширения участков обслуживания, вносятся соответствующие предложения во внутридорожный план формирования и график движения поездов. С учетом сезонного изменения при организации работы по погрузке строительных грузов вносятся изменения в график движения передаточных, вывозных и сборных поездов, а также организацию обслуживания участков отделения.

С момента создания ЦУМР отмечена значительная положительная динамика выполнения показателя производительности локомотива в передаточном и вывозном движении на фоне снижения простоя местных вагонов, проходящихся на одну грузовую операцию, с 34,89 ч в 2013 году до 28,56 ч в 2018 году, повышения среднесуточной производительности грузового вагона.

Существенным фактором, влияющим на организацию местной работы на отделении железной дороги, является увеличение парка транзитных вагонов в условиях ограничения их приема соседними железнодорожными администрациями. В такие периоды происходит нарушение технологического процесса сортировочных станций, уменьшаются резервы пропускной способности по причине несвоевременного вывоза поездов, занятие путей приемо-отправочных и сортировочных парков.

На сортировочных станциях с каждым годом растет число назначений (групп вагонов) в плане формирования грузовых поездов, что приводит к несоответствию путевого развития сортировочных парков числу назначений, растет процент повторно перерабатываемых вагонов на горке, происходит накопление нескольких назначений передаточных и вывозных поездов на одном пути.

Такие факторы негативно влияют на организацию работы ЦУМР в части развоза местного груза, обеспечения порожними вагонами заявок клиентов и требуют использования ГИР интенсификации технологии работы.

Опыт работы Минского ЦУМР показывает, что достигнут положительный результат управления перевозочным процессом на отделенческом уровне:

- централизовано оперативное управление местной работой на полигоне отделения дороги с полным контролем за ходом грузовых операций по всем станциям отделения дороги;

- усилено взаимодействие с основными грузообразующими клиентами отделения;

- оптимизирована технология развоза-вывоза местных вагонов по станциям участка, а также железнодорожных узлов;

- обеспечено эффективное использование поездных локомотивов, занятых в организации движения вывозных, передаточных и сборных поездов;

- способствует внедрению малолюдных технологий работы станций на участках с малыми объемами местной работы;

- стимулирует работников на выполнение показателей, способствующих эффективной работе клиентов железной дороги;
- достигается оптимальное распределение функций оперативного управления между отделением и объединенными станциями, которые выполняют часть функций диспетчерского управления по организации местной работы в своем районе управления;
- обеспечено взаимодействие в работе ЦУМР с центрами управления транспортного обслуживания на отделенческом и линейном уровнях.

---

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:**

■ Панюшенко Виталий Николаевич, г. Минск, РУП «Минское отделение Белорусской железной дороги», начальник отдела перевозок.

УДК 656.2

## **ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВНОГО РАЗВИТИЯ МЕЖДУНАРОДНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ КОРИДОРОВ**

*А. Ю. ПАПАХОВ, Р. В. ВЕРНИГОРА, А. М. ОКОРОКОВ, П. С. ЦУПРОВ  
Днепропетровский национальный университет железнодорожного  
транспорта им. академика В. Лазаряна, Украина*

Украина, благодаря своему географическому положению и развитой транспортной инфраструктуре, имеет значительный потенциал как страна-транзитер, в первую очередь, в логистической цепи товарообмена между Азией и Европой. По оценкам Британского института по проблемам транспорта Рэндел коэффициент транзитности Украины составляет 3,75 (при максимуме 5); это лучший показатель среди стран Европы (для сравнения: в Польше, занимающей второе место, этот показатель составляет 2,92).

Вместе с тем, свой транзитный потенциал Украина использует недостаточно: за последние 10 лет объемы транзитных перевозок через территорию Украины сократились более, чем в 2,5 раза, в первую очередь за счет падения транзитных перевозок железнодорожным транспортом. Существует целый ряд факторов, препятствующих использованию транзитного потенциала: экономические, технические (износ транспортной инфраструктуры и подвижного состава, дефицит пропускной способности основных транспортных магистралей, неразвитость логистических терминалов внутри страны и на сухопутных границах, разница в ширине с европейской железнодорожной системой), организационно-экономические (высокий уровень портовых сборов, сложности в организации таможенных процедур, отсут-

ствии гибкой тарифной политики для перевозчиков и т.п.). Следствием этих проблем является снижение конкурентоспособности на рынке транзитных перевозок и соответственно индекса эффективности логистики (LPI): на Украине в 2018 г. составил 2,84 (66 позиция); для сравнения: в Польше – 3,58 (28-я позиция), в Германии (лидер рейтинга) – 4,20.

Одним из направлений повышения транзитного потенциала является развитие международных транспортных коридоров. По территории Украины проходят три железнодорожных международных паневропейских транспортных коридора № 3, 5 и 9, международные коридоры Организации сотрудничества железных дорог (ОСЖД) № 5 и 8, а также международный транспортный коридор ТРАСЕКА. Для полноценного использования МТК и вхождения их в общеевропейскую транспортную сеть необходима системная модернизация соответствующей инфраструктуры. При этом возникает задача наиболее рационального распределения инвестиционных ресурсов, которые могут быть выделены на модернизацию МТК, с целью получения максимального эффекта. Для оценки эффективности капитальных вложений в развитие МТК авторами разработана экономико-математическая модель на основе методов теории графов и нелинейной оптимизации.

Транспортный коридор представляется в виде ориентированного графа  $G(V, L)$ , где  $V$  – множество вершин, каждая из которых соответствует определенному узлу (станция, пограничный переход, пункт зарождения или погашения грузопотока) коридора;  $L$  – множество дуг, каждой из которых поставлен в соответствие железнодорожный участок между узлами коридора.

Основными параметрами модели являются:  $X$  – годовой объем перевозок по транспортному коридору;  $d$  – уровень технического оснащения коридора;  $i$  – произвольный элемент транспортного коридора;  $p$  – род перевозимого груза по транспортному коридору;  $K_i$  – стоимость модернизации элемента транспортного коридора;  $E$  – ежегодные эксплуатационные затраты по перевозке грузов и обслуживанию транспортных устройств в коридорах;  $t$  – период (этап) капиталовложений (годы, месяцы) в пределах заданного расчетного периода  $T$ . Тогда  $X_{tid}$  – вектор, характеризующий объем работы на этапе  $t$  элемента сети  $i$  при его оснащении до технического уровня  $d$ ;  $K_{tid}$  – стоимость реконструкции (сооружения) на этапе  $t$  элемента  $i$  до уровня  $d$ ;  $E_{tid}$  – эксплуатационные расходы на этапе  $t$  на элементе  $i$ , оснащенном до уровня  $d$ . Таким образом, каждое сочетание  $\{tid\}$  характеризует определенный вариант развития транспортного коридора: на этапе  $t$  выполняется изменение технического состояния элемента  $i$  до уровня  $d$ , которому соответствует определенный набор (вектор) технических ограничений  $b_{tid}$  (например, пропускная или провозная способность).

Принято, что для каждого пункта отправления и прибытия грузов (пассажиров)  $v_g \in V$  объем прибытия (отправления) каждого конкретного груза  $p_k$  на

каждом этапе модернизации  $t$  задан функцией  $Q(v_g, p_k, t)$ . Необходимо среди множества  $M$  возможных вариантов модернизации  $\{tid\}$  определить такое подмножество  $M^*$ , чтобы при заданном нормативном коэффициенте эффективности капиталовложений  $F$  за расчетный период  $T$  выполнялось условие

$$\sum_{M^*} \frac{K_{tid} + E_{tid}}{(1+F)^t} \rightarrow \min. \quad (1)$$

В (1) капитальные  $K_{tid}$  и эксплуатационные  $E_{tid}$  затраты суммируются по всем элементам  $\{tid\}$  подмножества  $M^*$ ; при этом значения элементов  $X_{tid}$  и  $\{tid\}$ , которые минимизируют целевую функцию (1), должны удовлетворять следующим условиям (ограничениям):

1) заданные объемы прибытия и отправления всех видов грузов  $p_k$  для всех пунктов  $v_g$  транспортной сети должны быть выполнены на каждом этапе модернизации  $t$ :

$$\sum_l X_{lpt} = Q(v_g, p_k, t). \quad (2)$$

При этом суммирование в (2) производится по всем дугам  $l$ , по которым можно перевозить груз  $p_k$  и которые связывают рассматриваемый узел  $v_g$  со смежными узлами; при этом  $X_{lpt}$  – соответственно объем груза  $p_k$ , отправляемого на этапе  $t$  из узла  $v_g$  по дуге  $l$ ;

2) объемы транспортной работы на всех элементах  $i$ , модернизируемых на этапе  $t$  до уровня технического оснащения  $d$ , должны отвечать соответствующим техническим ограничениям  $b_{tid}$ :

$$f(X_{tid}) \leq b_{tid}. \quad (3)$$

Если под ограничениями  $b_{tid}$  подразумевается только максимальный объем грузопотока для элемента транспортного коридора  $i$  (пропускная или провозная способность), то ограничение (3) принимает вид

$$\sum_p X_{tpj} \leq b_{tid}. \quad (4)$$

В модель могут быть введены и дополнительные условия-ограничения, например по величине капитальных вложений на каждом этапе инвестиционного проекта, по срокам осуществления перевозки, по приоритетности модернизации элементов транспортного коридора и т.п.

Решение задачи (1) в общем случае требует отыскания экстремума невыпуклого функционала в пространстве достаточно большой размерности при наличии многих линейных и нелинейных ограничений. Одним из возможных путей решения задачи является использование методов векторной оптимизации, в результате чего получают подмножество Парето-эффективных решений. Проверку полученных решений целесообразно выполнять с использованием методов имитационного моделирования, которое является эффективным инструментом оценки различных вариантов распре-

деления объемов инвестиций при модернизации инфраструктуры в транспортных коридорах. В настоящее время авторами выполняется разработка имитационной модели железнодорожного транспортного коридора, которая позволяет исследовать и анализировать его функционирование при разном уровне технической оснащенности и в различных эксплуатационных условиях.

Модернизация технико-технологических параметров МТК является важным фактором повышения конкурентоспособности Украины на рынке транзитных перевозок, что позволит увеличить транзитный грузопоток. При этом рациональное планирование распределения инвестиций требует применения современного математического аппарата с использованием как аналитических алгоритмов, так и мощных имитационных моделей.

---

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

- Папахов Александр Юрьевич, г. Днепр, Украина, Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, доцент кафедры «Управление эксплуатационной работой», канд. техн. наук;
- Вернигора Роман Витальевич, г. Днепр, Украина, Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, декан факультета «Управление процессами перевозок», канд. техн. наук, доцент;
- Окороков Андрей Михайлович, г. Днепр, Украина, Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, заведующий кафедрой «Управление эксплуатационной работой», канд. техн. наук, доцент;
- Цупров П. С. , г. Днепр, Украина, Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна.

УДК 656.225:629.46

### **ОПЕРАТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПЕРЕВОЗКАМИ В УСЛОВИЯХ ВВЕДЕНИЯ ЖЕСТКОГО ГРАФИКА ДВИЖЕНИЯ ГРУЗОВЫХ ПОЕЗДОВ**

*А. Ю. ПАПАХОВ, А. М. ОКОРОКОВ, Р. В. ВЕРНИГОРА  
Днепропетровский национальный университет железнодорожного  
транспорта им. академика В. Лазаряна, Украина*

В условиях конкуренции на рынке транспортных услуг и активного внедрения в перевозочный процесс принципов логистики повышается актуальность своевременной, предсказуемой и управляемой доставки грузов железной дорогой.

Анализируя мировой опыт в решении данного спектра вопросов и технологию перевозочного процесса железных дорог, можно сказать, что высокоэффективным методом достижения таких целей является введение жесткого (или частично жесткого) графика движения грузовых поездов. Несмотря на относительную сложность данной технологии, она позволяет значительно повысить конкурентоспособность железнодорожного транспорта, а также привлечь дополнительную клиентуру за счет оптимизации работы с материальными потоками.

Такая система организации движения включает в себя следующие направления:

- концепцию интегрированной технологии управления движением грузовых поездов по расписанию (далее – Интегрированная технология);
- эксплуатационно-технические требования к Интегрированной технологии;
- технико-экономическое обоснование внедрения Интегрированной технологии на выбранных полигонах сети железных дорог;
- комплексную программу поэтапного перехода на организацию движения грузовых поездов по расписанию на перспективу.

Существующая на нынешний момент технология организации движения грузовых поездов основана на отправлении по свободным ниткам графика по готовности поезда и требует увязки таких составляющих, как состав поезда, поездной локомотив, локомотивная бригада. В случае с применением твердого графика движения поездов технология несколько видоизменяется, при этом нитка графика, поездной локомотив и бригада являются единым блоком, под который прогнозируется подвод вагонопотока.

Для достижения синергетического эффекта технологии управления движением грузовых поездов по расписанию необходимо:

- опираться на процессные модели, которые упорядочивают информационные потоки, конкретизируя (оптимизируя) функции взаимодействующих подразделений в системе управления по вертикалям железной дороги;
- сопровождаться изменением системы показателей эксплуатационной работы для приоритетного обеспечения выполнения графика движения грузовых поездов;
- внедряться с одновременной изменением системы организации вагонопотоков, с расширением практики формирования групповых поездов и согласованного подвода вагонопотоков;
- взаимодействовать с логистическими схемами операторов подвижного состава, перевозчиков и с технологией взаимодействия с крупными грузообразующими, грузопогашающими и грузоперевалочными комплексами;
- предусматривать развитие специальных программных комплексов для оптимизации разработки базовой технологии, а также ее адаптации к изменяющимся условиям работы.

Внедрение такой сложной структуры рационально разбить на несколько этапов, количество которых должно определяться на основе анализа структуры и устойчивости поездопотоков, оценки плановой эффективности.

Основным технологическим решением для постепенного внедрения жесткого графика движения грузовых поездов на первом этапе является совмещенный вариантный график движения поездов (СВГД). Совмещенный вариантный график движения (СВГД) – это нормативный график грузового движения, который предусматривает:

- вариантное количество расписаний, при котором для учета сезонных или помесячных колебаний поездопотоков предусматриваются различные варианты размеров движения без перекладки линий хода поездов, то есть в одном графике совмещают несколько вариантов графика;

- вариантную специализацию расписаний, при которой по одной нитке графика в разные сутки могут следовать поезда различных назначений (в частности, транзитные или разборные, сквозные поезда или маршруты отправителей).

На основании расчетных грузопотоков и направлений соблюдения порожних вагонов в соответствии с планом формирования поездов, с учетом изучения сезонных и суточных колебаний размеров движения устанавливаются:

- максимально необходимые размеры движения поездов по направлениям в целом и отдельно по участкам;

- устойчивые размеры движения, наиболее типичные для участков данного направления на период действия графика движения, и составляющие его основного ядра.

В СВГД должны выделяться:

- группы ниток с различной периодичностью действия;
- группы (пары) ниток, которые связаны с оборотом локомотивов, которые можно отменять при оперативном планировании поездной работы по отсутствию поездов в прямом и (или) обратном направлениях.

Определенное количество ниток графика движения грузовых поездов специализируется:

- по направлениям между сортировочными станциями (выделенными узлами) в пределах действия диапазонов нумерации грузовых поездов;

- по назначениям поездов.

Специализация ниток ГДП по направлениям осуществляется:

- для большей части сквозных поездов, которые формируются на сортировочных станциях;

- для маршрутов из порожних вагонов при следовании их до входных пунктов районов массовой погрузки;

– для маршрутов отправителей, которые формируются на крупных грузовых станциях, когда размеры погрузки не обеспечивают возможности ежесуточной организации маршрутов отдельных назначений.

В технологических процессах работы диспетчерских центров управления перевозками должны регламентироваться:

– распределение функций оперативно-диспетчерского персонала по руководству движением грузовых поездов по расписанию на конкретных направлениях;

– порядок оперативного планирования поездной и грузовой работы с учетом особенностей назначения и следования грузовых поездов по расписанию;

– порядок регулирования парков локомотивов и работы локомотивных бригад при тяговом обеспечении грузового движения по расписанию на конкретных направлениях;

– порядок диспетчерского регулирования продвижения грузовых поездов по расписанию.

Технология поездной работы на базе отправления и пропуска грузовых поездов по расписанию должна являться основой организации работы центров управления перевозками всех уровней. Новые информационные технологии должны обеспечить:

– оптимизацию построения графика движения грузовых поездов, повышение его надежности;

– оперативное планирование поездной и грузовой работы, обеспечивая эффективное использование жестких ниток ГДП в увязке с заявками грузоотправителей на перевозку грузов;

– технологический мониторинг подготовки, отправления и следования поездов по расписанию;

– анализ поездной работы с расчетом рациональных размеров движения и моментов отправления грузовых поездов по расписанию.

---

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

■ Папахов Александр Юрьевич, г. Днепр, Украина, Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, доцент кафедры «Управление эксплуатационной работой», канд. техн. наук;

■ Окорков Андрей Михайлович, г. Днепр, Украина, Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, заведующий кафедрой «Управление эксплуатационной работой», канд. техн. наук, доцент;

■ Вернигора Роман Витальевич, г. Днепр, Украина, Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, декан факультета «Управление процессами перевозок», канд. техн. наук, доцент.

УДК 656.222.3

## **ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ ХОДЫ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ И ПОДХОДЫ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ РАЦИОНАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЕЗДОПОТОКОВ МЕЖДУ НИМИ**

*А. Н. ПАСИЧНЫЙ*

*Днепропетровский национальный университет железнодорожного  
транспорта им. академика В. Лазаряна, Украина*

Железные дороги Украины сегодня представляют собой достаточно разветвлённую сеть, которая во многих регионах характеризуется наличием параллельных направлений (ходов) с разной степенью загруженности. Также параллельные ходы на железных дорогах характеризуются, как правило, различным техническим оснащением, профилем пути и пропускной способностью участков.

От технического оснащения направлений – количества путей на перегонах, наличия или отсутствия электрификации, профиля пути и т.п. – зависят расходы, связанные с перевозкой как грузов, так и пассажиров.

Стремясь к максимальной экономической эффективности перевозочного процесса, для железных дорог в условиях наличия параллельных ходов более выгодным является пропуск как можно большего количества грузовых поездов по тем участкам, по которым меньше расходы, связанные с пропуском транзитных поездов. Эти расходы являются меньшими для тех участков, где профиль пути более лёгкий, тяга – электрическая (желательно), а количество главных путей на всей (или большей части) протяжённости – не менее двух.

На железнодорожном транспорте Украины характерным примером означенного явления является западное направление Киев – Львов, где план и профиль пути на северном ходу (через Шепетовку и Здолбунов) являются более лёгкими, нежели на южном ходу (через Гречаны и Тернополь). Де-факто большая часть грузовых потоков на запад Украины и далее в страны Европейского союза направляется именно по северному ходу. Но в то же время на этом же ходу курсируют и скоростные поезда категорий «Интерсити+», «Интерсити», а также ускоренные пассажирские поезда категории «Ночной экспресс». Из-за этого есть определённые ограничения по возможному количеству грузовых поездов на направлении. Как показывают расчёты, один скоростной или ускоренный поезд с ходовой скоростью 140 км/ч и более, имеет коэффициент съёма, равный в среднем 2,64–2,85, то есть пропуск только одной пары скоростных поездов требует перенаправления как минимум трёх пар грузовых поездов на другое направление. В то же время на южном ходу с более сложным профилем пути находится больше крупных городов (в том числе областных центров), следовательно, имеется куда больший потенциальный пассажиропоток на все направления.

Также к подобным направлениям можно отнести направление Киев – Харьков, где имеется полностью электрифицированный, более короткий ход через Полтаву, по которому курсируют преимущественно пассажирские поезда (в том числе скоростные), и более длинный ход через Сумы, на котором имеется участок с тепловозной тягой. Спрос на пассажирские перевозки по одному и другому ходам отличается несущественно.

К параллельным ходам на территории Украины, где актуальна задача рационального распределения поездопотоков, относится и направление на Мариуполь. На данном направлении имеются параллельные ходы, на одном из которых на всём протяжении применяется тепловозная тяга и который является однопутным (через Пологи), а на другой часть маршрута является двухпутной и электрифицированной (через Фёдоровку), а на части маршрута с тепловозной тягой профиль пути более лёгкий.

Видим, что достаточно актуальным является вопрос рассмотрения целесообразности изменения маршрутов поездов (в том числе и пассажирских) для уменьшения расходов на транзитные грузовые перевозки. При этом задача должна решаться как оптимизационная, где в роли ограничений выступает несколько факторов: затраты на пропуск поездов, имеющаяся пропускная способность, нужное количество поездов для удовлетворения спроса на пассажирские перевозки.

В целом, означенная задача формулируется следующим образом:

$$F(X) = \varphi(x_1) + \psi(x_2) \rightarrow \min, \quad (1)$$

при ограничениях:

$$\begin{aligned} x &= x_1 + x_2, \\ x_1 &\geq 0, \\ x_2 &\geq 0. \end{aligned}$$

где  $X$  – общие затраты на пропуск грузовых поездов;  $x_1, x_2$  – количество грузовых поездов по основному и параллельному ходам соответственно;  $\varphi(x_1), \psi(x_2)$  – затраты на пропуск грузовых поездов по основному и параллельному ходам соответственно.

Данные затраты складываются из расходов на тягу поездов, разгон и торможение, расходов на простой подвижного состава, оплату труда локомотивных бригад и т.д. Эти затраты рассчитываются по методике, приведённой в утверждённых железнодорожной администрацией нормативных документах. Так, для железных дорог Украины такими документами являются «Практические рекомендации по технолого-экономическому управлению эксплуатационной работой железных дорог (ЦД-0068)» (утверждённые приказом УЗ № 412-Ц от 10.11.2006 г.) и утверждаемые ежегодно расходные ставки по видам хозяйственной деятельности.

В качестве дополнительных ограничений для размеров движения обычно выступает наличная пропускная способность участков.

В описанной выше постановке задача является задачей линейного программирования и может быть решена с помощью методов линейного программирования (например, симплекс-методом).

В то же время методы линейного программирования не являются единственно возможным способом решения поставленной задачи. Среди существующих методов решения многокритериальных задач достаточно широко распространённым является изобретённый американским математиком Т. Саати метод анализа иерархий. В этом методе процесс декомпозиции, анализа и синтеза изучаемой системы воспроизводится в виде структуры задачи принятия решения – иерархии. Основной целью иерархии в данном случае становится минимизация затрат, связанных с пропуском поездов. Подцелями выступают: удовлетворение потребностей в перевозках грузов и пассажиров, рациональное использование пропускной способности, распределение затрат по составляющим.

Таким образом, базируясь на данных о техническом оснащении участков и затрат, связанных с пропуском поездов и простоями подвижного состава, возможно оптимизировать распределение поездопотоков между параллельными ходами различными методами. Для принятия окончательного решения целесообразно также провести сравнение показателей основного и альтернативного графика движения поездов на рассматриваемом направлении.

---

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

■ Пасичный Александр Николаевич, г. Днепр, Украина, Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ассистент кафедры «Управление эксплуатационной работой».

УДК 656.21

## **УНИФИКАЦИЯ СХЕМ ПУТЕВОГО РАЗВИТИЯ И ТЕХНИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ СТАНЦИЙ**

*Е. М. ПЕРЕПЛАВЧЕНКО*

*УО «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель*

Необходимость использования схем станции в оперативной и технической работе возникает с различной периодичностью. Особо следует отметить, что многие задачи, решаемые с привлечением схем станций, связаны с безопасностью движения поездов и охраной труда работников. Эти факторы

всегда являются определяющими и требующими неукоснительного и быстрого решения возникающих проблем. Наличие актуальных схем следует признать обязательным для технических отделов станций. При схожих технологических задачах, для решения которых используют схемы, наблюдается большое разнообразие способов визуального отображения путевого развития и технического оснащения не только для разных станций, но и пользователями одной станции. Действующие в настоящее время нормативные документы, регламентирующие порядок использования схем станций, не содержат однозначных указаний по их внешнему виду и содержанию.

Актуализация разнообразных схем одной станции, разработанных без общих требований к их виду, представляется достаточно сложной задачей. При любых реконструктивных работах потребуются существенные затраты, чтобы привести все схемы одной станции в соответствие с действительностью.

Для обеспечения технической деятельности ставится задача создания единой базы данных цифровых объектов станции с присущими каждому конкретными атрибутами, на основе которой возможно формирование масштабного плана станции как основополагающего конструктива для порождения прочих топологических эквивалентов. К производным формам можно отнести всевозможные технические и технологические схемы станции, имеющие отношение к оперативной работе, нормативным документам, обеспечению безопасности при проведении технологических процессов и др.

Ключевым элементом при унификации схем станций может стать единый прототипирующий конструктив, реализованный в виде графически-информационного базиса, содержащего основные объекты и точки станции, расположенные в жестко-относительной связке. Такой базис будет служить основой для создания дочерних пользовательских схем.

Таким образом, можно выделить основные задачи по разработке эффективного механизма формирования немасштабных схем станций:

– определение ключевых объектов и точек и правил взаимного их расположения в составе графически-информационного базиса как универсально-реконструктора дочерних пользовательских схем станций;

– стандартизация классификационных форм и содержания схем станций, применяемых в практике оперативной и технической работы подразделений.

При сохранении своего функционального состава, технологической достаточности и информационной наполненности необходимо соблюдать условие отображения схемы в разных линейных форматах.

Такие требования приводят к необходимости рассмотрения схемы как предмета топологии. То есть пользовательские схемы станций по определению должны быть топологически эквивалентны и не терять свою суть при изменении масштаба вдоль продольной и вертикальной осей. Возникает

задача определения необходимых условий наполненности и правил расположения ключевых объектов и точек родительского информационно-графического базиса в дальнейшем, порождающего пользовательские схемы.

Процесс создания пользовательской схемы должен проистекать из необходимости решения хотя бы одной конкретно поставленной технической или технологической задачи. Исходя из этих условий, должен формироваться перечень дополнений исходного базиса необходимыми объектами, атрибутами и определенной графической информацией, составляющий окончательный интерфейс схемы.

Объекты можно классифицировать на общие, такие как пути, предельные столбики, стрелочные переводы, основные атрибуты объектов путевого развития и специфические – коммуникации, разграничение территории по подразделениям, технологические проходы, технологические линии, зоны ответственности и пр.

Для систематизации исходных данных необходимо дать классификацию, определяющую полный перечень объектов, атрибутов и инфографики, которые может содержать любая пользовательская схема станции. Более того существует набор задач, общий для станций всех типов и не зависящий от размера станции и характера ее работы, который требует использования конкретных схем. К таким задачам относятся задачи оперативного управления (схема на пульте ДСП, схема СЦБ), нормативного обеспечения (схемы станции в ТРА, технологическом процессе работы станции, технических паспортах мест необщего пользования), хозяйственного назначения (схема разделения территории с разграничением ответственности между подразделениями), обеспечения безопасности (схема служебных проходов на станции). Это позволяет определить общие информационные слои, которые будут содержать информацию, рекомендуемую для формирования конкретной пользовательской схемы (например, схема технологических линий обработки транзитных поездов).

Комбинируя различные информационные слои, можно получить любое необходимое количество схем, предназначенных для разных целей использования с определенной для каждой конкретной цели детализацией. Таким образом, с одной стороны, благодаря использованию информационно-графического базиса схема унифицирована и у всех пользователей имеет единый базовый слой и структуру, с другой стороны, по своей содержательной части она информационно наполнена настолько, насколько это необходимо для конкретной цели использования.

Единое представление одной и той же схемы разных станций позволит не только унифицировать графические образы станционных объектов, но и актуализировать их с минимальными затратами. Достаточно только скор-

ректировать информационно-графический базис схемы, и во все дочерние пользовательские схемы будут автоматически внесены соответствующие объектные изменения.

Перспективы развития данного направления напрямую связаны с созданием цифровой базы объектов железной дороги и интеграцией геоинформационных технологий в практику повседневной оперативной работы станций.

В итоге следует подчеркнуть следующие условия развития форм представления железнодорожных станций:

- на данный момент существует большое разнообразие способов визуального отображения путевого развития и технического оснащения не только для разных станций, но и в пределах одной станции;

- действующие в настоящее время нормативные документы, регламентирующие порядок использования схем станций, не содержат явно выраженных, однозначных, непротиворечивых указаний;

- при любых реконструктивных работах потребуются существенные затраты, чтобы привести все схемы одной станции в соответствие с действительностью;

- ключевым элементом при унификации должен стать единый прототипирующий конструктив, реализованный в виде графически-информационного базиса, созданного как основа окончательных пользовательских схем станций;

- процесс создания пользовательской схемы должен проистекать из необходимости решения хотя бы одной конкретно поставленной технической или технологической задачи;

- необходимо иметь классификацию, определяющую полный перечень объектов, атрибутов и инфографики, которые может содержать любая пользовательская схема станции;

- предстоит определить информационные слои пользовательских схем для решения конкретных задач;

- в итоге единое представление одной и той же схемы разных станций позволит не только унифицировать графические образы станционных объектов, но и в дальнейшем актуализировать их с минимальными затратами;

- перспективы развития данного направления напрямую связаны с созданием цифровой базы объектов железной дороги.

---

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

■ Переплавленко Евгений Михайлович, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», аспирант кафедры «Управление эксплуатационной работой и охрана труда».

УДК 656.212.5:656.2.08

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ СОРТИРОВОЧНОЙ РАБОТЫ НА СТАНЦИИ**

*С. А. ПОЖИДАЕВ, С. В. ДОРОШКО*

*УО «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель*

Повышение эффективности работы железнодорожного транспорта неразрывно связано с совершенствованием организации вагонопотоков. Организация сортировочной работы на станции, а именно на сортировочной горке, связана с выполнением плана формирования поездов, а также должна учитывать технологию работы станции, колебания вагонопотоков, уровень загрузки станционных систем и другие технологические параметры, что позволяет значительно повысить эффективность работы железной дороги, способствует сокращению затрат времени на маневровую работу, экономить топливно-энергетические ресурсы, капитальные вложения на развитие станций.

Выполненные замеры скорости скатывания вагонов при входе на немеханизированную тормозную позицию, а также моделирование режимов работы немеханизированной сортировочной горки при существующем продольном профиле показали, что при существующей конструктивной высоте горки  $H_c = 1,38$  м скорости входа ОХБ (очень хорошего бегуна) и ХБ (хорошего бегуна) на тормозной башмак пучковой тормозной позиции составляют 4,8–5,1 и 4,6–4,8 м/с при нормативном значении 4,5 м/с. Таким образом, при выполнении операции торможения на немеханизированной позиции имеет ряд технологических нарушений и, как результат, повреждения поверхности катания колесных пар. По данным службы вагонного хозяйства Белорусской железной дороги за 2017 год количество замененных неисправных колесных пар в вагонном депо Орша составило 3656 шт. (I квартал – 1129, II квартал – 972, III квартал – 806, IV квартал – 749).

Одним из условий повышения эффективности и безопасности роспуска составов на сортировочных горках является соответствие ее конструкции требованиям «Правил и технических норм проектирования станций и узлов на железных дорогах колеи 1520 мм» [1]. БелГУТ по просьбе Белорусской железной дороги проводит комплексное обследование сортировочных горок. Анализ параметров конструкции сортировочной горки станции Орша-Западная показал, что имеются несоответствия их требованиям норм проектирования.

*Спускная часть горки и начало сортировочных путей:*

- вершина горки в плане размещена в кривой;
- параметры кривых участков некоторых сортировочных путей, а также

обратные кривые без прямой вставки между ними имеют радиусы кривой меньше 150 м;

– пучковые и парковые тормозные позиции размещены как в кривых, так частично в кривых и прямых участках пути;

– поперечный профиль земляного полотна имеет пилообразный вид (не выполняется требование к устройству земляного полотна, т.к. при нормативном значении поперечного уклона 2 ‰ поперечный уклон путей № 11 и 12 – 26,97 ‰, т.е. в 13,48 раза выше нормы);

– продольный профиль спускной части горки имеет противоуклоны (пилообразное, волнистое очертание с противоуклонами как в стрелочной зоне, так практически после каждой тормозной позиции). Наличие противоуклонов может привести к самопроизвольному движению отцепов в сторону, противоположную направлению сортировки вагонов и, тем самым, является предпосылкой снижения безопасности работы сортировочной горки, сохранности подвижного состава и грузов;

– парковые тормозные позиции путей № 9 и 10 размещены практически за крестовиной (в районе контррельсов) стрелочного перевода СП № 267.

*Надвижная часть горки и ее вытяжной путь:*

– продольный профиль надвигной части горки имеет превышение нормативных значений уклонов, а продольный профиль вытяжного пути имеет пилообразный вид с противоуклонами. Например, превышения нормативных значений уклонов надвигной части элементов продольного профиля пути, прилегающего непосредственно к горбу горки, – на 7,5–9,5 ‰, а второго и третьего – соответственно на 1,2–2,2 и 0,5–1,5 ‰.

В результате моделирования режимов работы немеханизированной сортировочной горки при существующем продольном профиле получено:

– существующая конструктивная высота горки  $H_c = 1,38$  м обеспечивает докатывание и остановку ОПБ (очень плохого бегуна) в наиболее неблагоприятных условиях до расчетной точки «трудного» пути № 11 ( $w_g^{ОПБ} = 3,82$  Н/кН);

– скорости входа ОХБ и ХБ на тормозной башмак пучковой тормозной позиции соответственно составляют 4,8 и 4,6 м/с при нормативном значении 4,5 м/с;

– наличной мощности тормозных средств достаточно для остановки ОХБ на парковой тормозной позиции как при полной мощности ТП, так и при 80 % мощности пучковой и полной мощности парковой тормозных позиций;

– в процессе роспуска обеспечиваются безопасные интервалы следования вагонов в сочетании ОПБ–ХБ на соответственно «трудный» и «соседний с трудным» пути.

Изменить сложившуюся ситуацию можно вариантами: снижением высоты горки до минимально необходимой, смещением пучковой тормозной

позиции к горбу горки, заменой существующей немеханизированной тормозной позиции на механизированную (позволит увеличить скорость входа на позицию до 7 м/с); приведением к нормативным требованиям конструкций продольных профилей спускной части горки и начала сортировочных путей, надвигной части и вытяжного пути, а также поперечного профиля головной части сортировочно-отправочного парка.

Расчет минимального расстояния от вершины горки до начала острьяков стрелочного перевода по условию обеспечения перевода острьяков за время интервала между ОПБ и ОХБ при неблагоприятных условиях показал, что при существующем местоположении стрелочного перевода СП № 255 обеспечивается перевод острьяков СП № 255 между ОПБ и ОХБ при значениях первого скоростного уклона в диапазоне 25–30,5 % и максимальной скорости роспуска 1,4 м/с. Кроме того, при существующем размещении стрелочного перевода СП № 255 для обеспечения перевода его острьяков за время интервала между ОПБ и ОХБ при неблагоприятных условиях скатывания в диапазоне скорости роспуска 1,2–1,4 м/с первый скоростной уклон должен быть не менее 29 %, а при скорости роспуска в интервале 0,8–1,0 – не менее 25 %. Минимально необходимое расстояние от вершины горки до начала тормозной позиции по условию разделения отцепов составляет 39,57 м, что не превышает существующего положения –  $L_{\text{сущ}} = 59,04$  м.

Во избежание превышения допустимой скорости входа на пучковую тормозную позицию ОХБ и ХБ при разработке проектного продольного профиля необходимо учитывать, что в интервале уклонов первого скоростного элемента  $i_{\text{ск1}} = 25...30,5$  % длина его должна быть в диапазоне 22–25 м. Невыполнение этого условия приведет к нарушению скоростного режима скатывания и превышению допустимой скорости входа отцепа на немеханизированную позицию, что имеет место при существующем продольном профиле и технологии роспуска вагонов на горке.

Определена минимально необходимая высота сортировочной горки малой мощности из условия обеспечения прохода ОПБ (четырёхосный крытый вагон массой 25,93 т) при неблагоприятных условиях скатывания (установленная скорость роспуска  $v_0 = 0,8$  м/с) до расчетной точки «трудного» пути № 11 сортировочно-отправочного парка и составила 1,30 м, что меньше существующей конструктивной высоты на 0,8 м. Кроме того, расчет высоты горки выполнен для наиболее неблагоприятных условий при основном удельном сопротивлении движению ОХБ ( $w_g^{\text{ОПБ}} = 3,82$  Н/кН), которая составила 1,39 м и превышает существующую конструктивную высоту горки на 0,01 м.

Анализ результатов расчетов минимальной высоты горки и расчетной необходимой высоты горки, а также моделирование работы горки проектного продольного профиля при неблагоприятных условиях показал, что:

– в неблагоприятных условиях ОПБ останавливается в расчетной точке «трудного» пути № 11;

– скорости входа ОХБ и ХБ на пучковую и парковую тормозные позиции не превышают нормативной;

– наличной мощности тормозных средств достаточно для остановки ОХБ на парковой тормозной позиции при 80 % мощности пучковой тормозной позиции;

– наличной мощности тормозных средств достаточно для остановки ОХБ на пучковой тормозной позиции, при полной ее мощности;

– в процессе роспуска обеспечиваются безопасные интервалы следования вагонов в сочетании ОПБ–ХБ на соответственно «трудный» и «соседний с трудным» пути.

Таким образом, при предложенном проектном продольном профиле спускной части горки минимально необходимая высота горки составляет 1,39 м, при этом обеспечиваются безопасные режимы ее работы.

Проверка существующей конструкции продольного профиля надвигной части сортировочной горки по условию обеспечения трогания состава при его надвиге показала, что локомотив ЧМЭ-3 сможет сдвинуть состав наибольшей массы с места и обеспечить его интенсивный разгон в обоих случаях, т.е. допустимый средний подъем надвигной части профиля составил 4,87, а расчетный – 3,37 %.

Разработаны варианты конструкции надвигной части, ориентированные на применение с дифференцированной скоростью роспуска. Выполнена проверка проектного профиля по условию трогания состава с места, и установлено, что локомотив ЧМЭ-3 обеспечивает трогание состава наибольшей массы, остановившегося первым вагоном на вершине горки, с места при самых неблагоприятных условиях движения и его интенсивный разгон. Запроектированная перевальная часть обеспечивает сопряжение надвигной и спускной частей сортировочной горки с минимальными радиусами вертикальных кривых. Учитывая условия ограничения объемов инвестиций, разработаны варианты конструкции продольного профиля горочного вытяжного пути и надвигной части горки с разделительным элементом длиной 10 м.

При существующей конструкционной высоте горки 1,38 м (с помощью «САПР продольного профиля» – pr\_sg.exe) выполнено моделирование работы горки проектных вариантов продольных профилей спускной части сортировочной горки и начала сортировочных путей. Анализ результатов моделирования работы горки при проектных продольных профилях показывает, что скорости входа ОХБ на пучковую тормозную позицию не превышают допустимую (4,5 м/с). Мощность тормозных средств обеспечивает остановку ОХБ при благоприятных условиях скатывания (летний период, максимальная температура воздуха, попутный ветер) на пучковой тормозной позиции. Обеспечиваются безопасные интервалы при скатывании отце-

пов в сочетании ОПБ–ХБ–ОПБ, т.е. возможно разделение оцепов на СП № 257.

Исходя из обеспечения безопасных условий эксплуатации сортировочной горки, предложен наиболее рациональный вариант, при котором обеспечивается лучший скоростной режим скатывания отцепов и наименьшая скорость входа на пучковую тормозную позицию ОХБ (4,3 м/с). Однако в этом случае объем работ по приведению параметров конструкции горки наибольший. Таким образом, проектные профили спускной части сортировочной горки и начала сортировочных путей обеспечивают скоростной режим скатывания отцепов, допустимые скорости входа на немеханизированные тормозные позиции, скорости соударения вагонов на путях сортировочно-отправочных путей соответствуют нормам проектирования и могут быть реализованы на практике.

### **Список литературы**

1 Правила и технические нормы проектирования станций и узлов на железных дорогах колеи 1520 мм. – МПС РФ, ЦД-858 от 28.07.2000 г. – 255 с.

---

### **СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:**

- Пожидаев Сергей Александрович, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», доцент кафедры «Управление эксплуатационной работой и охрана труда», канд. техн. наук;
- Дорошко Сергей Владимирович, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», старший преподаватель кафедры «Управление эксплуатационной работой и охрана труда».

УДК 625.1:656.223

## **СООТНОШЕНИЕ РАЗМЕРОВ ПАРКОВ ПРИВАТНЫХ И ИНВЕНТАРНЫХ ВАГОНОВ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПУТЯХ НЕОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ**

*Е. Н. ПОТЫЛКИН*

*УО «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель*

Увеличение доли частных вагонов требует решения задачи адекватности величин парка вагонов и путевых ресурсов для размещения вагонов. Для оценки этого соотношения необходимо исследование процессов взаимодействия в работе путей общего и необщего пользования в условиях изменения количества вагонов грузоотправителей, грузополучателей в общем парке. В

исследованиях использованы методы научного анализа, экспериментально-статистические методы составления математических моделей.

Работа железнодорожного транспорта колеи 1520 мм характеризуется быстрым ростом количества приватного подвижного состава и его доли в общем парке вагонов. Поэтому задача определения рационального соотношения количества вагонов приватного и инвентарного парков является особенно актуальной. По данной научной проблеме проводятся исследования многими учеными, среди которых можно выделить работы А. Ф. Бородина, Е. А. Сотникова, В. О. Федоровича, О. В. Пономоренко. В работах указанных авторов [1–3] рассматриваются вагоны общего парка в пределах полигона, а изучение проблематики производится с учетом интересов железной дороги.

С целью обеспечения интересов всех участников на рынке транспортных услуг следует провести исследования в данном направлении с позиции клиентов железной дороги, уделив внимание местам зарождения и погашения грузопотоков. Проблема определения доли частных вагонов в общем потоке, поступающем на места необщего пользования, актуальна как для существующих, так и новых железнодорожных путей необщего пользования. Особенно актуальны эти вопросы для владельцев, которые имеют свои маневровые локомотивы и подвижной состав. В этом случае собственник нуждается в рекомендациях по определению оптимального соотношения количества вагонов приватного и инвентарного парков, где в качестве критерия оптимизации будет выступать минимум суммарных затрат на непроводительные простои вагонов и локомотивов.

Обслуживание поступающего на железнодорожные пути необщего пользования вагонопотока осуществляется маневровым локомотивом железной дороги или промышленной организации. Обычно собственные локомотивы организаций используются на промышленных предприятиях с большим объемом грузовой работы, развитым путевым развитием. Как правило, путевое развитие мест необщего пользования таких организаций включает в себя «Промышленную станцию», где в основном сконцентрирована маневровая работа по расформированию и окончанию формирования групп вагонов.

Технологическая схема продвижения вагонопотока, когда на местах необщего пользования имеется «Промышленная станция», представлена на рисунке 1. Данная схема представляет собой один из множества вариантов обработки вагонопотока на местах необщего пользования.

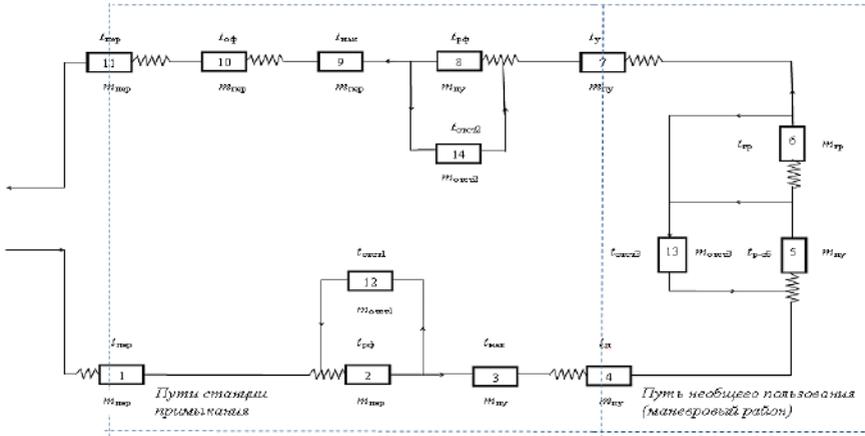


Рисунок 1 – Технологическая схема обработки вагонопотока:

$\text{///}$  – ожидание выполнения операции;  $\square$  – технологическая операция

Возможные варианты схем отличаются наличием обслуживания вагонопотока. Поэтому для решения задачи в общем виде введены обозначения:  $Z_{\text{пер}}$  – количество фаз, связанных с обработкой вагонов в составе передачи, не считая накопления на передачу и временного размещения вагонов на путях станции примыкания;  $Z_{\text{пу}}$  – количество фаз, связанных с обработкой вагонов в составе подачи-уборки, не считая накопления на подачу и временного размещения вагонов как на путях станции примыкания, так и в маневровых районах;  $Z_{\text{гр}}$  – количество фаз, связанных с выполнением грузовых операций;  $Z_{\text{пер}}^{\text{отс}}$  – количество фаз, связанных с временным размещением вагонов в составе передачи на путях станции примыкания;  $Z_{\text{пу}}^{\text{отс}}$  – количество фаз, связанных с временным размещением вагонов в составе подачи-уборки на путях станции и маневровом районе. Для примера, представленного на рисунке 1,  $Z_{\text{пер}} = 4$ ,  $Z_{\text{пу}} = 3$ ,  $Z_{\text{гр}} = 1$ ,  $Z_{\text{пер}}^{\text{отс}} = 1$ ,  $Z_{\text{пу}}^{\text{отс}} = 2$ .

После составления функции оптимизации, отражающей минимальные затраты на непроизводительные простои вагонов и локомотивов, ее дальнейшей дифференциации и преобразований получена величина доли прикатных вагонов в общем парке:

$$\alpha_c = \frac{-\lambda_{\text{пер}} I_{\text{пер}} (c_{\text{вч}}^{\text{п}} - c_{\text{вч}}^{\text{жд}})(Z_{\text{пер}} + Z_{\text{пу}} + Z_{\text{гр}} + Z_{\text{пер}}^{\text{отс}} + Z_{\text{пу}}^{\text{отс}}) - \lambda_{\text{пер}} I_{\text{пер}} c_{\text{вч}}^{\text{жд}} (Z_{\text{пер}}^{\text{отс}} + Z_{\text{пу}}^{\text{отс}}) p_t + \sqrt{[(\lambda_{\text{пер}} I_{\text{пер}} (c_{\text{вч}}^{\text{п}} - c_{\text{вч}}^{\text{жд}})(Z_{\text{пер}} + Z_{\text{пу}} + Z_{\text{гр}} + Z_{\text{пер}}^{\text{отс}} + Z_{\text{пу}}^{\text{отс}}) - \lambda_{\text{пер}} I_{\text{пер}} c_{\text{вч}}^{\text{жд}} (Z_{\text{пер}}^{\text{отс}} + Z_{\text{пу}}^{\text{отс}}) p_t + \dots \rightarrow \leftarrow \dots + Z_{\text{пу}}^{\text{отс}}) p_t]^2 - 4\lambda_{\text{пер}} I_{\text{пер}} (c_{\text{вч}}^{\text{п}} - c_{\text{вч}}^{\text{жд}})(Z_{\text{пер}}^{\text{отс}} + Z_{\text{пу}}^{\text{отс}}) p_t \frac{c_{\text{лч}} N_{\text{л}}}{1}}{(1 - \rho_{\text{л}})^2 - N_{\text{л}}}}{2\lambda_{\text{пер}} I_{\text{пер}} (c_{\text{вч}}^{\text{п}} - c_{\text{вч}}^{\text{жд}})(Z_{\text{пер}}^{\text{отс}} + Z_{\text{пу}}^{\text{отс}}) p_t}.$$

Таким образом, предложена методика определения оптимальной доли частных вагонов в общем парке, обслуживаемых на железнодорожном пути необщего пользования, по критерию минимума суммарных затрат на непроизводительные простои вагонов и локомотивов. Отличительной особенностью данной зависимости является учет спроса на перевозимую продукцию на товарном рынке, а также стоимостей вагоно- и локомотиво-часов различной принадлежности.

### Список литературы

- 1 **Бородин, А. Ф.** Рациональное соотношение вместимости путей станций и вагонных парков с учетом увеличения доли частных вагонов / А. Ф. Бородин, Е. А. Сотников // Железнодорожный транспорт. – 2011. – № 3. – С. 8–19.
- 2 **Пономоренко, О. В.** Перспективы улучшения технического состояния вагонного парка на железных дорогах Украины / О. В. Пономоренко // Наука и прогресс транспорта. Вестн. Днепропетр. нац. ун-та ж.-д. трансп. – 2017. – № 1 (67). – С. 88–95.
- 3 **Федорович, В. О.** Управление частными порожними вагонами / В. О. Федорович, Н. А. Кубрак, Т. В. Федорович // Железнодорожный транспорт. – 2017. – № 8. – С. 68–70.

---

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

■ **Потылкин Евгений Николаевич**, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», научный сотрудник НИЛ «Грузовая, коммерческая работа и тарифы».

УДК 656.21

## **СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ВОПРОСАМ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТРАНЗИТНЫХ ПЕРЕВОЗОК В СООБЩЕНИИ ВОСТОК – ЗАПАД – ВОСТОК**

*Е. В. РЫБАЛКИН*

*ГО «Белорусская железная дорога», г. Минск*

В сентябре 2013 года в рамках государственного визита в Казахстан председателем КНР Си Цзиньпином впервые была выдвинута инициатива формирования «Экономического пояса Шелкового пути» (ЭПШП) и «Морского Шелкового пути XXI века». Впоследствии инициатива получила сокращенное название «Один пояс, один путь». Основой реализации инициативы «Экономический пояс Шелкового пути» является использование сухопутных железнодорожных трансевразийских транспортных коридоров по оси Китай – Европейский союз (ЕС). Системообразующим элементом освоения сухопутных контейнерных перевозок является железнодорожный транспорт. К участию в освоении перспективных объемов грузовых перевозок присоединилась Республика Беларусь, поддержав инициативу «ЭПШП». Основные направления ее реализации отражены в государственной программе развития логистической системы и транзитного потенциала Республики Беларусь.

Основными маршрутами транзитных перевозок контейнерных поездов между Китаем и странами ЕС, проходящих через территории Российской Федерации, Республики Казахстан, Республики Беларусь, являются:

1) Брест – Достык/Алтынколь – Брест (доля составляет порядка 70 % от объема Китай – ЕС – Китай). Перевозки осуществляются в рамках сервиса ОТЛК, в котором БТЛЦ выступает, с одной стороны, в роли агента ОТЛК на белорусско-польской границе, а со второй – заказчиком услуг по доставке контейнерных поездов предприятия ООО «Белинтертранс-Германия»;

2) Брест – Забайкальск – Брест (доля составляет порядка 20 %). Перевозки через Забайкальск осуществляет ПАО «ТрансКонтейнер», в которых БТЛЦ выступает экспедитором по Белорусской железной дороге и оказывает услуги по оплате провозных платежей;

3) Брест – Замын – Удэ – Брест (доля составляет порядка 10 %). На данном направлении БТЛЦ реализует комплексный сервис по перевозке контейнерных поездов по колее 1520 мм и обеспечивает перевозку от белорусско-польской границы до монгольско-китайской и обратно, включая обеспечение подвижным составом.

Присоединение Республики Беларусь к инициативе потребовало от Белорусской железной дороги (БЧ) обеспечить транзит контейнеров по направлению Китай – Европа – Китай в полном объеме в установленные сроки и стать надежным звеном в логистической цепи по доставке грузов между Китаем и странами ЕС. Участие в инициативе «Экономический пояс Шелкового пути» положительно отразилось на объемах перевозок контейнеров по БЧ, и обеспечило высокий темп роста (таблица 1).

Таблица 1 – Объемы перевозок контейнеров на Белорусской железной дороге

Показатель	Период, год							
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Объем перевозок, тыс. ДФЭ	2,5	13,4	11,7	34,2	59,9	145,8	257,1	340,0
Отношение год/к году, %	–	+536	87,3	+292	+175	+243	+176	+132

Объемы перевозок контейнеров по БЧ за период с 2013 по 2018 год возросли с 11,7 тыс. ДФЭ в год до 340 тыс. ДФЭ в год (оценка), т.е. в 29 раз.

В условиях глобализации мировых торговых отношений Белорусской железной дорогой для решения задачи переработки перспективных объемов перевозок грузов необходимо осуществить комплекс мероприятий, направленных на обеспечение технических и технологических условий перевозки контейнеров по железнодорожной инфраструктуре. Обоснование требуемых мер развития выполнено на основе использования системного подхода.

Во внимание приняты прогнозные значения общих объемов транзитных грузовых перевозок и перевозок контейнеров, в частности, а также перспективные объемы перевозок грузов основных грузоотправителей Республики Беларусь: Беларускалий, РУПП «Гранит», Мозырским и Новополоцким нефтеперерабатывающими заводами, предприятиями деревообрабатывающей промышленности, предприятиями Гродненского региона.

Проведена комплексная оценка уровня технического развития железнодорожной инфраструктуры и технологии работы железной дороги специалистами Белорусской железной дороги, УО «Белорусский государственный университет транспорта», государственного предприятия «Институт «Белжелдорпроект». Согласно полученным результатам техническое развитие Белорусской железной дороги в целом имеет достаточный резерв пропускной способности для освоения перспективных объемов грузовых перевозок. Вместе с тем выявлены «узкие места» технического, технологического и организационного характера. Для их устранения разработаны технические решения, способствующие увеличению пропускной и провозной способности железнодорожной инфраструктуры. Выработаны мероприятия технологического и организационного характера (рисунок 1).



В рамках технических решений по развитию Минского железнодорожного узла: электрифицирован перегон Колодищи – Шабаны (выполнено); ведется корректировка проекта строительства III главного пути на перегоне Минск-Сортировочный – Помыслище; ведутся работы по реализации проекта строительства двухуровневой развязки на станции Помыслище.

Развитие железнодорожной инфраструктуры Гродненского региона предусматривает: реконструкцию путевого развития железнодорожной станции Брузги (укладка одного приемо-отправочного пути колеи 1435 мм, удлинение тупиковых путей колеи 1520 мм); строительство разьезда Лебяды на перегоне Зельва – Волковыск для увеличения пропускной способности участка Барановичи – Волковыск; развитие грузового терминала на станции Брузги. Реализуется проект оборудования станции Свислочь устройствами микропроцессорной централизации (в настоящее время на станции осуществляется ручное управление стрелками).

В рамках реализации организационно-технологических мероприятий в графике движения поездов на регулярной основе предусмотрены специализированные нитки для пропуска контейнерных поездов.

Значительные технические и технологические решения реализуются в Брестском железнодорожном узле. На постоянной основе ведется работа по совершенствованию технологии обработки контейнерных поездов на ключевых железнодорожных станциях, прежде всего на межгосударственных передаточных станциях Брест-Восточный и Брест-Северный. С 2017 года реализуются информационные, организационно-технические и инфраструктурные мероприятия, направленные на сокращение продолжительности обработки контейнерных поездов, курсирующих в направлении Восток – Запад – Восток, на станции Брест-Восточный с 6 до 5 ч (без перегруза), на станции Брест-Северный с 9 до 8 ч (с перегрузом).

В рамках реализации информационных мероприятий на станции Брест-Северный внедрена автоматизированная система управления пограничным районом, в которой ведется электронная вагонная модель станции по колее 1435 мм. В результате на 25 мин сокращена продолжительность обработки станцией перевозочных документов на поезда, в т.ч. контейнерные, курсирующие в направлении Восток – Запад (с перегрузом) за счет исключения операций по списанию номеров вагонов и контейнеров с природы. На станции Брест-Северный доработано программное обеспечение информационных систем, что позволило в автоматизированном режиме формировать предварительную поездную передаточную ведомость на поезда, отправляемые на Восток. В результате продолжительность обработки организованного контейнерного поезда, курсирующего в направлении Запад – Восток (с перегрузом) сократилась с 9 ч 00 мин до 8 ч 30 мин.

В рамках выполнения организационно-технических мероприятий проведена работа с органами пограничного контроля, что позволило сократить

продолжительность выполнения контрольных операций с составами грузовых поездов в парке «Буг» станции Брест-Восточный на 20 мин. В штат пункта передачи вагонов станции Брест-Восточный введены дополнительные единицы, что позволило сократить обработку документов на 30 мин. В результате оптимизации технологических операций продолжительность обработки контейнерных поездов, курсирующих в направлении Восток – Запад, сокращена с 6 ч 00 мин до 5 ч 10 мин.

К основным инфраструктурным мероприятиям в Брестском узле можно отнести:

1) реконструкцию Западного парка станции Брест-Центральный с укладкой дополнительного пути колеи 1520 мм для сокращения враждебности маршрутов, что позволит увеличить пропускную способность станции за счет сокращения враждебности маршрутов, обеспечения параллельности пропуска поездов и маневровых передвижений на станции Брест-Центральный;

2) оборудование путей парка Буг станции Брест-Центральный устройствами УТС-380» (выполнен). Позволит повысить эффективность использования путей парка «Буг», снизить загрузку путей станции Брест-Восточный, а также обеспечить более рациональное использования поездных локомотивов;

3) реконструкцию нечетной горловины Инженерного парка станции Брест-Северный с удлинением 9 пути. Позволит увеличить пропускную способность нечетной горловины Инженерного парка, сократить время следования поездов между станциями Брест-Северный и Брест-Восточный (с 29 мин до 15 мин), а также обеспечить возможность формирования и отправления поездов длиной до 75 условных вагонов (в настоящее время вместимость 9-го пути составляет 57 условных вагонов) на электротяге;

4) устройство контейнерной площадки в Перевалочном парке станции Брест-Северный. Позволит повысить перерабатывающую способность станции в 1,5 раза (с 922 до 1 380 физических контейнеров в сутки), уменьшить загрузку путей Северного парка, обеспечить ритмичный перегруз и увеличить хранение контейнеров в 2 раза (с 3 180 до 6 244 контейнеров в ДФЭ).

Для увеличения пропускной и провозной способности Брестского железнодорожного узла ведется работа по возобновлению движения грузовых поездов по колее 1435 мм на пограничном переходе Высоко-Литовск – Черемха. Для возобновления передачи грузов через пограничный переход Высоко-Литовск – Черемха Белорусской железной дорогой получено соответствующее согласование Госпогранкомитета и ГТК РБ.

Предполагаемый перспективный грузопоток и контейнеропоток, который может быть направлен через погранпереход Высоко-Литовск – Черемха, оценивается на уровне 1,0 млн тонн в год навалочных грузов (уголь, руда, щебень), 230,0 тыс. тонн сжиженного газа. Пропускная способность погранперехода составляет до 10 пар поездов в сутки.

АО «ПКП» проинформировали Белорусскую железную дорогу о планируемом возобновлении движения поездов на пограничном переходе Высоко-Литовск – Черемха во II квартале 2019 года. В настоящее время РУП «Брестское отделение Белорусской железной дороги» разработаны мероприятия по восстановлению грузового железнодорожного сообщения через пограничный переход Высоко-Литовск – Черемха по колею 1435 мм. Их реализация запланирована в I квартале 2019 года.

Таким образом, реализация такого значительного количества мероприятий на инфраструктуре Белорусской железной дороги возможно на основе системного подхода, позволяющего оптимизировать этапы проведения работ и инвестиции в развитие железнодорожной инфраструктуры. Системные методологические подходы, выработанные учеными научной школы профессора Тихомирова И.Г., обеспечивают на практике обоснованные решения как в долгосрочной, так и в краткосрочной перспективе. Заблаговременно принятые технические, технологические и организационные решения, основанные на оценке соответствия возможностей Белорусской железной дороги потребностям экономики, позволяют успешно интегрировать железнодорожный транспорт Республики Беларусь в международную инициативу «Экономический пояс Шелкового пути».

---

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

■ Рыбалкин Евгений Викторович, г. Минск, ГО «Белорусская железная дорога», ведущий специалист службы перевозок.

УДК 656.222.4

## **ОЦЕНКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ГРАФИКА ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ НА БЕЛОРУССКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ**

*Ю. С. СИДОРОВИЧ*

*УО «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель*

График движения поездов (ГДП), как система технологических нормативов поездной работы, позволяет разрабатывать энергоэффективные решения пропуска поездов на участках железнодорожной инфраструктуры на основе автоматизации процессов пониточного моделирования. Комплексный подход к составлению ГДП предполагает организацию движения в целом для полигона Белорусской железной дороги, предусматривая при этом превращение его в реальный технологический процесс организации работы участков и направлений, с учетом взаимосвязи движения поездов с технологией работы станций, а также с графиками работы локомотивов и локомотивных бригад.

Для оценки параметров энергоэффективности процессов движения поездов произведен анализ исполненных ГДП за декабрь 2017 года для трех участков Белорусской железной дороги: Гомель – Жлобин (двухпутный электрифицированный участок), Гомель – Калинковичи (однопутный участок) и Калинковичи – Житковичи (включает в себя межотделенческий стыковой пункт). Рассмотрены следующие параметры: согласованность исполненного и нормативного ГДП; отклонения в следовании поездов относительно нормативного ГДП по отправлению, проследованию и прибытию на конечную станцию участка; причины отклонений исполненного ГДП от нормативного ГДП; наличие диспетчерских локомотивов для подачи и уборки вагонов на промежуточных станциях; наличие поездов, не предусмотренных нормативным ГДП (ДР – диспетчерское расписание).

В ходе анализа выполнения нормативного ГДП на участках было рассмотрено 1279 «ниток» грузовых поездов (таблица 1).

Полученные результаты свидетельствуют о ненадлежащем выполнении энергоэффективных решений перевозочного процесса и, следовательно, более высоким эксплуатационным затратам, которые отражаются на себестоимости перевозки грузов по Белорусской железной дороге.

С помощью метода тяговых расчетов определены математические зависимости удельного расхода энергетических ресурсов от технической скорости движения поездов по участкам.

Таблица 1 – Показатели выполнения нормативного графика движения поездов

Показатель	Участок			Всего	Выполнение графика, %	Примечание
	Гомель – Жлобин	Гомель – Калинковичи	Калинковичи – Житковичи			
Общее число ниток	449	539	291	1279	–	–
Поездов на график	117	76	186	379	29,63	–
Поездов вне графика («ДР»)	135	111	78	324	25,33	–
Поездов по графику (±5мин)						
По отправлению	70	68	102	240	63,32	Среди «поездов на график»
По прибытию	44	24	54	122	32,19	
По проследованию	47	26	34	107	28,23	
Точно по графику	28	23	26	77	20,32	

Так, для каждого типа локомотивов рассчитаны значения технической скорости, времени хода и расхода электроэнергии (топлива) в зависимости от значения технической скорости следования по участку. В качестве параметров исследования были взяты средневзвешенные значения длины и массы поездов на участках. Определены затраты энергетических ресурсов на разгон и замедление для каждой серии локомотивов в зависимости от типа профиля.

По результатам расчета установлены корреляционные модели между влияющими факторами, которые предложено использовать в алгоритмах автоматизированной подсистемы расчета энергоэффективности графика движения в АС «Графист».

#### **Список литературы**

1 **Усков, А. В.** Движение по расписанию / А. В. Усков // Железнодорожный транспорт. – 2016. – № 6. – С. 52 – 55.

2 **Шаронов, Е. А.** Организация грузового движения по расписанию / Е. А. Шаронов // Железнодорожный транспорт. – 2010. – № 10. – С. 74–77.

---

#### **СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:**

■ Сидорович Юрий Сергеевич, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», инженер НИЛ «Управление перевозочным процессом».

УДК 629.42:004.9

### **ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА «УВЯЗКА ЛОКОМОТИВОВ»**

*А. А. СТРАДОМСКАЯ*

*УО «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель*

Выполнение увязки локомотивов грузового движения является одной из основных задач для оперативного планирования парка поездных локомотивов на Белорусской железной дороге, от которой зависит эффективность использования тягового подвижного состава, распределение локомотивов по участкам инфраструктуры, планирование ремонта и технического обслуживания локомотивов, а также рациональное распределение работы локомотивных бригад [1].

В условиях неравномерных объемов перевозок и возникающих оперативных корректировок графика движения поездов задачу увязки поездных локомотивов в грузовом движении наиболее целесообразно решать с использованием программного обеспечения [2].

Кафедрой «Управление эксплуатационной работой и охрана труда» и научно-исследовательской лабораторией «Управление перевозочным процессом» УО «Белорусский государственный университет транспорта» создано автоматизированное рабочее место (АРМ) «Увязка локомотивов». Целью его создания является автоматизация основных функций локомотивного диспетчера:

- планирование работы локомотивного парка в пределах полигона обслуживания локомотивного диспетчера, своевременное принятие мер по обеспечению поездов, маневровых работ и хозяйственного движения локомотивами;
- выдача рекомендаций по подвязке магистральных локомотивов к ниткам графика движения поездов;

– контроль за своевременной постановкой локомотивов на плановые техническое обслуживание и текущие ремонты в соответствии с разработанными графиками.

В АРМ решаются следующие функциональные задачи:

- подвязка локомотивов к ниткам графика движения поездов;
- доступ к информации о состоянии локомотивного парка своего участка;
- формирование справки об использовании локомотивов грузового движения;
- анализ использования локомотивов грузового движения.

Программное обеспечение АРМ «Увязка локомотивов» состоит из приложения и локальной базы данных. Для получения нормативных данных о сети Белорусской железной дороги и категориях поездов в АРМ предусмотрена связь с автоматизированной системой «Графист». Программный комплекс АРМ «Увязка локомотивов» состоит из нескольких взаимосвязанных модулей: листы увязки, участки обращения и др. Один из основных режимов работы – «Листы увязки». Он предоставляет пользователю возможность формировать листы для увязки локомотивов с необходимым количеством участков и станций, отображение необходимых участков и станций участков, отображение нормативного графика движения поездов, наглядное представление осуществляемой увязки локомотивов на графиках движения поездов, а также последующих необходимых изменений и удаления листов увязки. При работе с данным модулем есть возможность сохранить график увязки локомотивов в качестве изображения либо вывести его на печатающее устройство. Основное окно работы программы представлено на рисунке 1.

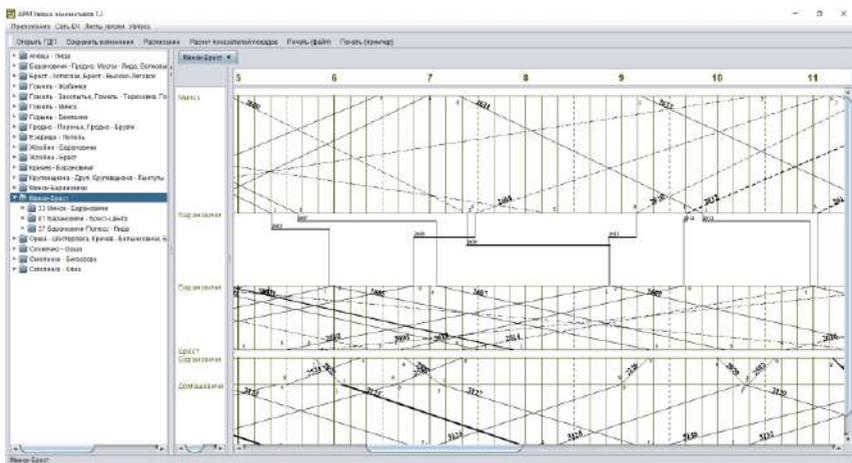


Рисунок 1 – Основное окно программы АРМ «Увязка локомотивов»

Модуль «Сеть БЧ» состоит из подмодулей «Карта», «Железнодорожные узлы», «Железнодорожные участки» и «Участки обращения».

Подмодуль «Карта» представляет собой наглядное отображение полигона белорусской железной дороги со всеми крупными станциями.

Подмодуль «Железнодорожные узлы» представлен в виде списка станций, расположенных на полигоне железной дороги, кода станции согласно Единой сетевой разметке, типа депо (при его наличии), принадлежности к отделению и количества примыкающих линий. Для каждой станции есть возможность ввести нормативные времена на обработку поездов по прибытию и отправлению без перецепки локомотива, а также время на перецепку локомотива на данной станции.

Подмодуль «Железнодорожные участки» представлен в виде списка участков по отделениям дороги с их расположением в базе данных.

В подмодуле «Участки обращения» в виде списка отображаются участки обращения локомотивов на полигоне железной дороги по отделениям, их принадлежность к железнодорожному участку, начальная и конечная станции участка, а также нормативные данные о руководящих уклонах, весе поезда в обоих направлениях и длине участка. Для выбранного участка обращения выбираются необходимые категории поездов, для которых в последующем будет производиться расчет показателей использования локомотивного парка грузового движения. Также при работе с модулем возможно внесение изменений во все эти данные и, при необходимости, удаление участков обращения из базы данных. При наличии всех необходимых данных в модуле производится расчет показателей по участкам обращения локомотивов для конкретного отделения.

*Модуль «Увязка»* представляет собой таблицу, сформированную на основании ведомости оборота локомотивов. Она имеет данные о номерах поездов и временах по прибытию и отправлению. В данном модуле осуществляется увязка локомотивов по узлам. Для выполнения увязки выбираются станция увязки, участки и локомотив необходимой серии. Также есть возможность произвести расчет времени нахождения поезда в данном узле в сравнении с нормативным.

*Модуль «Расписание»* представляет собой расписание движения поездов по всем станциям участка, а также показатели для каждого поезда по каждому отделению дороги.

Также в программе реализован ряд других функций:

- настройка отображения категорий поездов (грузовые, пассажирские или региональные);
- возможность обновления нормативных данных с сервера автоматизированной системы «Графист»;
- возможность исправления категорий для всех поездов в базе данных;
- перечень наименований категорий поездов с нумерацией поездов и типом сообщения.

Таким образом, АРМ «Увязка локомотивов» позволяет формировать листы увязки локомотивов для различных условий эксплуатации локомо-

тивов, выполнять увязку локомотивов с учетом норм времени нахождения локомотивов на станциях депо приписки и оборотных депо, отображать увязку локомотивов в графическом виде с последующим сохранением и выводом на печать, а также выполнять расчет показателей работы парка поездных локомотивов в грузовом движении.

#### **Список литературы**

1 **Айзинбуд, С. Я.** Эксплуатация локомотивов / С. Я. Айзинбуд, П. И. Кельперис. – М. : Транспорт, 1990. – 261 с.

2 **Апатцев, В. И.** Управление эксплуатацией локомотивов : учеб. пособие / В. И. Апатцев, В. И. Некрашевич. – М. : РГОТУПС, 2004. – 257 с.

---

#### **СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:**

■ Страдомская Анастасия Александровна, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», аспирант кафедры «Управление эксплуатационной работой и охрана труда».

УДК 656.225

## **ОСНОВЫ РАСЧЕТА ПОТРЕБНОГО ЭКСПЛУАТИРУЕМОГО ПАРКА ПОЕЗДНЫХ ЛОКОМОТИВОВ ГРУЗОВОГО ДВИЖЕНИЯ НА ОПЕРАТИВНЫЙ (КРАТКОСРОЧНЫЙ) ПЕРИОД ПЛАНИРОВАНИЯ**

*М. Ю. СТРАДОМСКИЙ*

*УО «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель*

В условиях неравномерности объемов перевозок перед Белорусской железной дорогой возникает задача рационального использования ресурсов, оптимизации расходов на содержание основных средств, в том числе и в такой их части, как локомотивное хозяйство. В связи с этим возникла необходимость в совершенствовании методики по определению потребного парка поездных локомотивов в грузовом движении, исходя из различных целей и задач, которые стоят перед железной дорогой [1].

В системе эксплуатации поездных локомотивов в грузовом движении оперативное (краткосрочное) планирование парка поездных локомотивов (период планирования от 1 суток до 1 месяца) выполняется для организации работы поездных локомотивов и локомотивных бригад по актуальным графикам движения поездов (ГДП).

Оперативное (краткосрочное) планирование парка поездных локомотивов является многокритериальным и наиболее сложными элементом управления перевозочным процессом. Результаты расчета потребного эксплуатируемого парка поездных локомотивов грузового движения являются основой для регулирования эксплуатируемым парком поездных локомотивов на Белорусской железной дороге в зависимости от плановых объемов перевозок.

Для определения потребного эксплуатируемого парка поездных локомотивов грузового движения полигон железной дороги представляется в виде участков обращения локомотивов с детализацией их на железнодорожные участки и станции с различными условиями эксплуатации локомотивов: станции размещения основного депо, оборотного депо, смены локомотивных бригад. Расчет потребного эксплуатируемого парка поездных локомотивов грузового движения производится по железнодорожным участкам с дальнейшим агрегированием полученных результатов по участкам обращения локомотивов.

Определение потребного эксплуатируемого парка поездных локомотивов грузового движения на оперативный (краткосрочный) период планирования производится графоаналитическим и (или) аналитическим методом. Основным методом является графоаналитический, вспомогательным – аналитический [2].

*Графоаналитический* метод расчета потребного эксплуатируемого парка поездных локомотивов грузового движения основывается на формировании на полигоне Белорусской железной дороги схем обращения локомотивов каждого локомотивного депо. Схемы обращения локомотивов строятся по данным нормативного ГДП, установленного на железнодорожном участке (участке работы локомотивных бригад), или вариантного ГДП, разработанного на планируемый период. Основным эксплуатационным фактором, определяющим величину эксплуатируемого парка поездных локомотивов, являются планируемые размеры движения грузовых поездов на железнодорожном участке (участке работы локомотивных бригад).

На основе графоаналитического метода строится информационно-управляющая модель обеспечения локомотивами заявленных в сменно-суточном плане размеров движения грузовых поездов, план выдачи локомотивов из депо, увязки локомотивов в пунктах их оборота.

Для расчета потребного эксплуатируемого парка поездных локомотивов грузового движения *аналитическим* методом нормируются показатели использования эксплуатируемого парка поездных локомотивов, которые определяются для различных видов тяги и в целом для эксплуатируемого парка поездных локомотивов: оборот локомотива на участке обращения, участковый оборот, среднесуточный пробег локомотива, среднесуточная производительность локомотива.

Эксплуатируемый парк поездных локомотивов грузового движения на  $i$ -м железнодорожном участке (участке работы локомотивных бригад) аналитическим методом можно рассчитать: по *коэффициенту потребности локомотивов на пару поездов* (данный способ расчета является базовым), *среднесуточному пробегу локомотивов* и *среднесуточной производительности локомотивов* (данные способы являются корректировочными для согласования ключевых показателей, заданных в техническом плане эксплуатационной работы Белорусской железной дороги).

Основными источниками информации о показателях, необходимых для расчета потребного эксплуатируемого парка поездных локомотивов грузового движения на оперативный (краткосрочный) период планирования, являются:

- технический план эксплуатационной работы Белорусской железной дороги на планируемый период;

- среднесуточные размеры движения грузовых поездов постоянного обращения, установленные при выполнении расчета потребного эксплуатируемого парка поездных локомотивов грузового движения на среднесрочный период планирования;

- «Отчет о наличии, распределении, работе и использовании подвижного состава» (форма ЦО-1), «Отчет о работе и показателях использования подвижного состава» (форма ЦО-4);

- данные за базовый отчетный период (месяц, предшествующий расчетному; аналогичный месяц года, предшествующего расчетному; среднеемесячное значение показателя за квартал, предшествующий расчетному месяцу, и т. п).

Значения отдельных показателей, принимаемых к расчету, могут корректироваться экспертным путем специалистами службы перевозок Управления Белорусской железной дороги на основании:

- анализа данных за базовый отчетный период;

- планируемой грузовой работы;

- прогнозных изменений в структуре плана перевозок Белорусской железной дороги и других железнодорожных администраций, касающихся перевозок по Белорусской железной дороге;

- величины среднегодовых темпов роста;

- плановых заданий на отправление грузовых поездов с технических станций железной дороги на расчетные участки;

- договоров об организации работы локомотивов и локомотивных бригад и взаиморасчетов между Белорусской железной дорогой и другими железнодорожными администрациями;

- других параметров, влияющих на формирование данных показателей.

Повышение достоверности оперативного планирования парка поездных локомотивов грузового движения на основе информационно-аналитической модели позволяет оптимизировать использование инвентарного парка и сократить эксплуатационные расходы на его содержание, уменьшить непроизводительные простои подвижного состава на технических станциях, а также обеспечит рациональное распределение эксплуатируемого парка локомотивов на полигоне их обращения на Белорусской железной дорогой.

### **Список литературы**

1 Методические рекомендации по расчету потребного парка поездных локомотивов в грузовом сообщении : утв. приказом первого заместителя Начальника Белорусской ж. д. от 13.10.2017 г. № 1027НЗ.

2 Айзинбуд, С. Я. Эксплуатация локомотивов / С. Я. Айзинбуд, П. И. Кельперис. – М. : Транспорт, 1990. – 261 с.

---

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

■ Страдомский Михаил Юрьевич, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», младший научный сотрудник НИЛ «Управление перевозочным процессом», аспирант кафедры «Управление процессами перевозок и охрана труда».

УДК 656.225.073.235

**КОНТЕЙНЕРНЫЕ ПЕРЕВОЗКИ  
ЖЕЛЕЗНЫМИ ДОРОГАМИ УКРАИНЫ:  
ПОТЕНЦИАЛ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ**

*О. Г. СТРЕЛКО, А. И. КИРИЧЕНКО, Ю. А. БЕРДНИЧЕНКО*  
*Государственный университет инфраструктуры и технологий, г. Киев,*  
*Украина*

Транспортный потенциал и выгодное географическое положение Украины обуславливает ее огромный резерв в международном товарообмене на основе контейнерных перевозок между восточным и западным направлениями, а также южным и северным. Соглашение об ассоциации между Украиной, с одной стороны, и Европейским союзом, Европейским сообществом по атомной энергии и их государствами-членами, с другой стороны, которое вступило в действие с 1 сентября 2017, предполагает, в том числе и имплементацию украинского транспортного законодательства и подзаконных актов в сфере железнодорожного транспорта. Потенциал железных дорог Украины, как оптимального сухопутного транзитного моста между рынками Европы и Азии, до настоящего времени не реализован. Если участники рынка железнодорожных контейнерных перевозок не предложат конкурентные транспортные продукты и уровень сервиса, то большая часть этого потенциала будет реализована другими видами транспорта.

Большую долю перевозок, как в экспорте, так и в импорте, составляют перевозки морским транспортом. Но в основном ввоз/вывоз в/из морских портов на внутренних перевозках обеспечивают автомобильный и железнодорожный транспорт.

В настоящее время в общем объеме интермодальных перевозок на внутреннем транспортном рынке Украины доля железнодорожного транспорта составляет около 30 %. В то же время имеется значительный потенциал повышения доли железнодорожного и водного транспорта в общем объеме интермодальных перевозок на внутреннем транспортном рынке Украины за счет переориентации грузопотоков и снижения объемов перевозок авто-

мобильным транспортом, вследствие значительного ужесточения экологических требований к транспортным предприятиям, необходимости экономии энергоресурсов, а также предупреждения перегруженности автодорог и сокращения количества дорожно-транспортных происшествий.

Украинские железные дороги имеют значительный опыт работы с контейнерным грузопотоком. Наблюдается устойчивая тенденция роста объема перевозок грузов контейнерными поездами, которая характеризуется: высокой скоростью доставки; уменьшением нагрузки на окружающую среду; экономией времени при прохождении таможенного и пограничного контроля; гарантированной безопасностью перевозок независимо от погодных условий; сокращением затрат при транзитном сообщении в составе поезда; сокращением затрат на оформление сопроводительных документов.

По железнодорожной инфраструктуре Украины курсируют 11 контейнерных поездов как местного, так и международного сообщения. Перевозка контейнеров в составе контейнерных поездов составляет 40 % от общего объема перевезенных по территории Украины контейнеров. Стратегия развития АО «Укрзалізниця» предусматривает до 2021 года увеличение этого показателя до 45 %.

Почти полное закрытие грузового сообщения между Украиной и Россией за последние годы отрицательно сказалось на показателях транзита контейнеров. Внутренние перевозки в целом остались на прежнем уровне, импорт уменьшился, но незначительно. А вот контейнерные перевозки на экспорт увеличились почти в два раза по сравнению с 2011 годом. И это, по нашему мнению, является прямым результатом подписания Соглашения об ассоциации Украины и ЕС и вместе с тем Соглашения о зоне свободной торговли Украины и ЕС. Дальнейшая имплементация европейских нормативных актов по мультимодальности и интермодальности в законодательство Украины только ускорит достижение поставленных целей перед железнодорожным транспортом Украины.

---

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

- Стрелко Олег Григорьевич, Украина, г. Киев, Государственный университет инфраструктуры и технологий, профессор кафедры «Технологии транспорта и управление процессами перевозок», д-р ист. наук;
- Кириченко Анна Ивановна, Украина, г. Киев, Государственный университет инфраструктуры и технологий, заведующая кафедрой «Технологии транспорта и управление процессами перевозок», канд. техн. наук;
- Бердниченко Юлия Анатольевна, Украина, г. Киев, Государственный университет инфраструктуры и технологий, доцент кафедры «Технологии транспорта и управление процессами перевозок», канд. ист. наук.

УДК 656.212.5

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОБЛЕМЫ СЕКЦИОНИРОВАНИЯ СОРТИРОВОЧНЫХ ПУТЕЙ**

*Е. А. ТЕРЕЩЕНКО*

*УО «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель*

В настоящее время на ряде станций Белорусской железной дороги многие сортировочные пути имеют полезную длину, превышающую потребную, обеспечивающую накопление и формирование составов установленной длины. Наличие на станции многочисленных с небольшим объемом вагонопотока назначений, образованных вагонами с примыкающих к станции мест общего и необщего пользования, а также прилегающих промежуточных станций, требует сортировочных путей небольшой длины. Поэтому целесообразно рассмотреть проблему повышения эффективности использования существующих сортировочных путей, так как эффективность использования наличного путевого развития сортировочного парка влияет на эксплуатационные показатели работы станции. В этом отношении возможной рациональной мерой является разделение существующих путей сортировочных парков на ряд технически обособленных участков посредством их секционирования с возможностью накопления на одном пути нескольких назначений плана формирования.

Существующие станции имеют конструкционные и технологические особенности, не всегда позволяющие применить к ним типовые решения с укладкой всерной структуры съездов. Проведение системного анализа схем станций позволяет выделить классификационные группы, к каждой из которых впоследствии возможно применение тех или иных общих подходов при выборе вариантов проектирования секций путей.

Секционирование сортировочного парка рассматривается в качестве эффективной меры повышения пропускной способности станционных путей при значительном количестве маломощных назначений. Длинные сортировочные пути оказываются недостаточно заполненными при накоплении на пути групп вагонов небольшой величины для подачи на примыкающие грузовые пункты и передачи на прилегающие станции участков или узла. Разделение таких сортировочных путей на секции (две, три и более) позволяет накапливать вагоны нескольких назначений на одном пути. Технически данная мера обеспечивается укладкой ряда съездов с одного ходового пути по схеме, называемой «елочкой». Число секций, на которое делится сортировочный путь, определяется соотношением полезной длины всего пути и потребными длинами каждой секции. Наиболее эффективным является ва-

риант расположения ходового пути в середине по отношению к секционированной группе путей. Технология работы станции с секционированными путями сортировочного парка связана с осаживанием вагонов с горки при расформировании поездов с назначениями на выделенные секции.

Повышенное внимание требуется уделить конструкции путевого развития секционированных путей. Типовая схема «елочка» может претерпеть существенные изменения при необходимости секционирования внутренних путей сортировочного парка, укладке съездов в кривых, недостаточной общей длине сортировочного пути, который необходимо секционировать до требуемых полезных длин секций. Эти исследования необходимо проводить на реальных схемах станций. Возможно, на выбор схемы секционирования окажет влияние существующая технология работы станции.

Особой задачей представляется оценка резерва полезной длины секции, выделяемой дополнительно к используемой по длине назначения. В соответствии с прогнозом динамики изменения мощностей назначений, накапливаемых на секционированных путях, целесообразно определить соотношение резервных длин по секциям, назначая большие тем секциям, где по расчетам ожидается рост объемов работы.

Также необходимо отметить задачу выбора минимального количества путей, которое целесообразно секционировать, учитывая, что один путь всегда выделяется в качестве ходового. При разбиении парковых путей на секции следует рассмотреть различные варианты взаимной укладки стрелочных переводов и установить, имеет ли принципиальное значение схема укладки съездов по секционируемым путям. Фактически длина секции пути будет определять мощность назначения в соответствии с планом формирования поездов.

При секционировании парковых путей требуется решить вопрос принципиальной реализуемости схемы с возможностью разбиения на некоторое число секций и их полезных длинах, не менее требуемых. Очевидно, что чем меньше длина секции, тем менее эффективно она будет использоваться. Таким образом, возникает вопрос о минимальной полезной длине секции. Необходима адаптация существующих длин путей сортировочного парка под эффективное использование малых назначений посредством секционирования.

Назначения, особенно маломощные, имеют различные разбросы значения величины транспортного потока. Следовательно, амплитуда колебания должна коррелировать с длиной секции. В условиях больших колебаний количества назначений необходимо иметь значительный запас полезной длины секции. Это связано с тем, что при одинаковом математическом ожидании маломощного назначения возможен больший разброс величины потока относительно среднего значения. Проведение дополнительных исследований позволит найти зависимость между числом секций и нерабочей длиной из-за исключения полезной длины путей сортировочного парка стрелочными зонами.

Возможно, не всегда удастся секционированием добиться равенства числа секций и числа назначений. Очевидно, что чем менее мощным является назначение, тем выше вероятность того, что выделение под него секций может не привести к достижению значимого эффекта. Однако в любом случае полученное решение будет более эффективным, чем существующее, так как число назначений плана формирования поездов для данной станции будет меньше, чем предлагаемое.

При незначительных объемах работы некоторая секция пути сортировочного парка может иметь скользящую специализацию, на которой возможно накопление вагонов на один путь необщего пользования, но с разделением по грузовым фронтам. Данные решения являются экономически выгодными не только для железной дороги в связи с уменьшением повторной сортировки, но и для клиента, так как у него сокращаются затраты, связанные с необходимостью производства дополнительных маневров по подборке вагонов для фронтов.

Таким образом, комплексное исследование топологии секционирования путей сортировочного парка позволит определить зоны эффективного применения данной технологии при различных конструктивных схемах и технологических режимах работы станции.

---

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

■ Терещенко Евгений Анатольевич, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», аспирант кафедры «Управление эксплуатационной работой и охрана труда».

УДК 656.222.6

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОПЕРАТИВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ МЕСТНОЙ РАБОТЫ В ЦУП И ЦУМР**

*О. А. ТЕРЕЩЕНКО*

*УО «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель*

Местная работа является важной составляющей перевозочного процесса, обеспечивающей начально-конечную фазу доставки грузов. Для нее характерны операции, зависящие от большого числа участников логистической цепи. Местная работа оказывает влияние на процессы накопления и формирования поездов, которые определяют параметры эксплуатационной работы на всем железнодорожном полигоне.

Около 70 % перевозок на Белорусской железной дороге осуществляется с выполнением местной работы. На долю местной работы приходится до

20 % расходов, относимых на перевозочный процесс, при этом точность решения задач ее оперативного планирования не превосходит 90 %, что неоправданно увеличивает эксплуатационные расходы и усложняет реализацию современных логистических концепций доставки груза с участием железнодорожного транспорта.

В результате системного анализа указанной проблемы на железнодорожном транспорте, отечественного и зарубежного опыта научных исследований разработана методика оперативного планирования местной работы железнодорожных участков и узлов:

– повышающая уровень достоверности решения задач планирования в ЦУП и ЦУМР;

– позволяющая адекватно оценивать и учитывать в системе принятия управленческих решений возникающие технологические риски.

Для оценки результатов решения задач с применением разработанной методики предложен критерий, который учитывает затраты участников логистической цепи доставки груза, зависящие от достоверности результатов оперативного планирования местной работы.

Для практической реализации методики разработана динамическая модель, позволяющая на основе формальных правил прогнозировать состояние перевозочного процесса на объектах железнодорожной инфраструктуры. Она включает совокупность информационных потоков, ресурсов, ограничений и состоит из двух подсистем:

– формирования динамической базы данных;

– прогнозирования.

Объектами динамической модели перевозочного процесса являются:

– объекты инфраструктуры: перегоны, станции и их подсистемы; по ним структурируется база данных;

– динамические объекты: вагонный парк, грузы, локомотивный парк, объекты технологического обеспечения; на основе анализа их параметров прогнозируется состояние перевозочного процесса.

Все объекты динамической модели структурированы и математически описаны с потребным для решения задачи исследованием уровнем детализации.

Технологическая составляющая динамической модели сформирована в виде модели местной работы. В ней каждый модуль рассматривается как система двух параллельных процессов:

а) обработки вагонопотока;

б) оперативного управления, включающего обработку документов и информационных потоков.

Разработанная методика оперативного планирования местной работы железнодорожных участков и узлов позволяет устанавливать оперативный план на основе прогноза, формируемого с использованием динамической модели.

Для нее математически описаны технологические цепи продвижения местного вагонопотока на расчетном полигоне. При этом установлено, что энтропия оценки состояния перевозочного процесса при оперативном планировании местной работы в основном зависит от факторов, определяющих вероятностный характер времени поступления вагонов на расчетный полигон и времени завершения выполнения с вагонами грузовых операций. В результате становятся вероятными различные варианты продвижения вагонопотока.

Совокупное влияние случайных факторов может быть описано функциями плотности распределения вероятности остатков прогноза времени прибытия вагонов на техническую станцию и времени завершения выполнения с вагонами грузовых операций. Это позволяет определять для каждого  $i$ -го расчетного вагона вероятность реализации  $j$ -го набора параметров технологической цепи.

Выполняемые с вагонами операции предлагается представлять в виде последовательной структуры. В ней цепи операций, выполняемых по мере поступления вагонов в канал обслуживания, разделены операциями, выполняемыми по расписанию. При этом для каждого момента расписания формируется нечеткое множество из числа готовых к обработке вагонов и набора ограничений, которыми выступают допустимая длина железнодорожного состава и его допустимая масса.

Оперативный прогноз перевозочного процесса составляется в виде расписания с указанием в нем для каждой операции возможных моментов начала выполнения и нечетких множеств готовых к обработке вагонов. При решении задачи оперативного планирования производится анализ нечетких множеств:

- определяется математическое ожидание числа вагонов, готовых к обработке для каждого момента расписания. Это основа для составления оперативного плана;
- формируются  $\alpha$ -срезы нечетких множеств. Они служат оценкой устойчивости для числа накопленных вагонов.

Технологические риски для оперативного плана оцениваются расчетом:

- вероятности нарушения для вагона предельно допустимого времени нахождения в технологической цепи, что в итоге может нарушить, например, срок доставки груза;
- вероятности нарушения установленных ограничений для операций, выполняемых по расписанию. В результате так же могут наблюдаться необоснованные простои вагонов, нерациональное использование ресурсов.

Оперативный анализ перевозочного процесса предлагается выполнять на основе уточненной модели накопления вагонов, учитывающей вероятностный характер поступления вагонов в накопление. Модель имеет три составляющие, каждая из которых обоснована и адаптирована к параметрам неопределенности информации о поступлении вагонов в накопление.

Также установлено целевое назначение оперативного плана местной работы в процессе управления перевозками и предложена методика оперативного планирования местной работы с учетом сложившихся на сегодняшний день в ЦУП и ЦУМР Белорусской железной дороги условий.

Получена положительная оценка адекватности методики оперативного планирования практическим условиям. Анализ проводился по двум составляющим:

- применимости предложенной методики на практике;
- оценке возможности ее эффективного внедрения на железнодорожном транспорте.

Апробация предложенной методики проводилась в районах местной работы Белорусской железной дороги, обслуживаемых станцией Минск-Сортировочный.

Для объекта апробации оценены функции плотности распределения остатков прогнозных моделей прибытия вагонов и завершения выполнения грузовых операций, и дана оценка разработанной методике оперативного планирования, в том числе с расчетом технологических рисков. В результате установлено, что относительная погрешность в системе моделирования местной работы за счет использования предложенной методики уменьшилась с 10,7 до 6,5 % (на 38,6 %).

Предложенная методика также имеет апробацию в системе накопления и образования местных поездов. На практике продемонстрированы параметры возникших технологических рисков, и для каждого конкретного случая указаны способы их устранения.

Результаты исследования внедрены в производство с экономическим эффектом более 120 тыс. руб. в год. Для дальнейшего повышения эффективности представленной научной работы предлагается на Белорусской железной дороге реализовать инвестиционный проект по созданию Автоматизированной системы оперативного планирования местной работы с использованием динамической модели перевозочного процесса. Доказано, что инвестиционной проект окупится через 4,4 года при чистом дисконтированном доходе в десятилетнем периоде около 500 тыс. руб.

Адаптация предлагаемой методики для решения комплекса задач поездаобразования с использованием цифровых интеллектуальных систем позволяет существенно повысить качество планирования местной работы.

---

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

■ Терещенко Олег Анатольевич, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», старший преподаватель кафедры «Управление эксплуатационной работой и охрана труда».

УДК 656.212.5.001.2

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ ПУТЕВЫХ СТРУКТУР ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ МАНЕВРОВОЙ РАБОТЫ

Е. А. ФИЛАТОВ

УО «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель

Маневровая работа на железнодорожных станциях связана в основном с перемещением групп вагонов с одного пути на другой. Наиболее часто маневровые передвижения осуществляются при расформировании-формировании поездов и обслуживании грузовых фронтов. Выполняться маневры могут как при расположении локомотива впереди группы вагонов, так и вагонами вперед. При этом в эксплуатационной работе станций и нормах проектирования путевого развития различия в кинематике вагонов при различных видах маневров не учитываются.

Одной из характеристик движущейся группы вагонов при маневрах является сохранение их в сцепленном состоянии, что обеспечивается автосцепным механизмом подвижного состава. В горизонтальной плоскости наиболее сложные условия для движения вагонов в сцепе создаются при проследовании кривых, т.е. в стрелочных зонах и горловинах парков. Поэтому при проектировании автосцепных устройств вагонов ограничивается минимальная величина радиуса кривой, при котором обеспечивается эффективное и безопасное движение вагонов в сцепе. Очевидно, что величины этих радиусов [1] должны быть гармонизированы с требованиями к проектированию путевого развития станций и промышленных предприятий [2, 3]. Однако сравнение этих нормативов выявило несоответствие их значений при проектировании промышленных предприятий. Так, при движении вагонов массовых типов по *s-образным кривым* допускается применение радиусов 80 м, а вагоны должны обеспечивать проход кривых радиусов только 120 м (несоответствие 40 м). Радиус *круговых кривых* в обоих случаях соответствует 160 м (отсутствие резерва). На станциях общего пользования в указанных требованиях имеется резерв от 40 до 120 м. Однако анализ величин радиусов существующих горловин сортировочных парков выявил наличие кривых с радиусами менее 200 м (более 20%), что нивелирует имеющийся резерв, заложенный нормами проектирования.

С другой стороны, на железнодорожном транспорте наблюдается устойчивая тенденция увеличения геометрических размеров применяемого подвижного состава.

Показанные несоответствия могут приводить к ненормативному взаимодействию элементов автосцепок *при движении вагонов в сцепе*, особенно

при маневрах с вагонами увеличенных размеров по кривым малых радиусов. В таких случаях в узлах автосцепных механизмов могут возникать избыточные поперечные силы, увеличивающие износ взаимодействующих элементов конструкции автосцепки: в контуре зацепления, в зоне контакта корпуса автосцепки и окна ударной розетки, в месте шарнирного соединения хвостовика с клином тягового хомута и др. В конечном итоге это приводит к появлению неисправностей соответствующих деталей. Кроме того, при предельных отклонениях автосцепки боковые силы оказывают обратное воздействие на кузов вагона, стремясь изменить его положение и создавая дополнительные боковые нагрузки в зоне контакта «колесо – рельс».

В процессе движения сцепленного подвижного состава положение хвостовика автосцепки может занимать четыре характерных положения: перекошенное и неперекошенное положение тягового хомута с учетом нормального или заглубленного положения автосцепки [4]. Так, углы отклонения хвостовика автосцепки СА-3 в зависимости от его положения изменяются в пределах от  $5^{\circ}20'$  до  $12^{\circ}17'$ . Существующие методы проектирования [5] предполагают переход из положения в положение путем силового взаимодействия элементов конструкции ударно-тягового механизма. Однако с целью снижения нагрузки на автосцепку в качестве условия безопасного проследования кривой в степе авторами [6] предлагается принять отсутствие силового взаимодействия корпуса автосцепки с окном ударной розетки. Так, для оценки безопасного прохода кривых целесообразно использовать условие возможности поворота корпуса автосцепки до совмещения центра его зацепления с осью пути. То есть вынос центра зацепления в расчетной кривой  $\Delta_k$  не должен превышать допустимую величину смещения корпуса автосцепки  $\delta_0$  с учетом ее упора в окно ударной розетки  $\delta_0 \geq \Delta_k$ .

При этом допустимое смещение автосцепки  $\delta_0 = a \delta / a_1 - d$ , где  $a_1$  – расстояние при закрытом поглощающем аппарате от оси поворота корпуса до наружной кромки окна ударной розетки;  $a$  – расстояние от оси поворота до центра зацепления;  $d$  – половина ширины хвостовика автосцепки.

Вынос центра зацепления равен  $\Delta_k = \left( \sqrt{R^2 - l^2} - \sqrt{R^2 - L_{\text{сц}}^2} \right) - \left( R - \sqrt{R^2 - l_{\text{т}}^2} \right)$ , где  $R$  – радиус кривой;  $L_{\text{сц}}$  – половина длины вагона, м;  $l$  – половина базы вагона, м;  $l_{\text{т}}$  – длина базы тележки.

Однако предлагаемый способ не позволяет выразить непосредственно величину радиуса. Применив выражение для нахождения выноса консоли [5], получим

$$\Delta_k = b = \frac{n(2l + n) - l_{\text{т}}^2}{2R},$$

где  $n$  – длина консоли от пятникового сечения вагона до оси автосцепки, м.

Так как при проектировании автосцепки нормируется в первую очередь угол отклонения корпуса автосцепки  $\alpha$ , то предельное смещение оси сцепления  $\delta_0 = a \cdot \operatorname{tg} \alpha$ . Тогда величина радиуса

$$R_{\text{дс}} \geq \frac{n(2l+n) - l^2}{2a \cdot \operatorname{tg} \alpha}.$$

Так, например, при расположении крытого вагона для перевозки автомобилей (длина 24,26 м) при различных положениях автосцепки эффективные величины радиусов изменяются в пределах от 200 до 460 м (таблица 1).

**Таблица 1 – Эффективные величины радиусов при движении в сцепе крытого вагона для автомобилей и различных режимах работы автосцепки**

Положение хомута автосцепки в плане	Положение автосцепки	Наибольший угол отклонения автосцепки СА-3 $\gamma$ [9]	Минимальная величина радиуса, м
С перекосом до упора в угольник	Нормальное	12°17'	196
	Заглубленное	9°30'	255
Без перекоса	Нормальное	8°	303
	Заглубленное	5°20'	456

Как видно из данных таблицы, при движении сцепленных вагонов в различных технологических условиях диапазон эффективных величин радиусов может изменяться в широких пределах (более 200 %), а заглубленное положение автосцепки снижает гибкость автосцепного механизма и повышает нагрузку на него (до 50 %). Движение в сцепе вагонов увеличенных геометрических размеров на кривых радиусами 200 м может быть обеспечено. Однако при движении вагонами вперед автосцепка находится в заглубленном положении, что ограничивает возможность отклонения хвостовика, и нормативные режимы взаимодействия могут не обеспечиваться.

Таким образом, эффективность и безопасность маневровой работы особенно в горловинах станций, определяется качеством конструкций путевых структур и существенно зависит от расположения локомотива в маневровой группе. Поэтому в маневровых районах станций и путей промышленных предприятий для обеспечения эффективности эксплуатации подвижного состава необходимо применять более пологие радиусы с учетом размеров эксплуатируемого подвижного состава и вида выполняемых маневров.

#### Список литературы

- ГОСТ 22235–2010. Вагоны грузовые магистральных железных дорог колеи 1520 мм. Общие требования по обеспечению сохранности при производстве погрузочно-разгрузочных и маневровых работ. – М. : Стандартинформ, 2011. – 19 с.
- СНиП 32-01–95. Железные дороги колеи 1520 мм. – М. : ФАУ «ФЦС», 2012. – 51 с.
- СП 37.13330.2012. Промышленный транспорт. Актуализированная редакция. СНиП 2.05.07–91. – М. : ЗАО «Промтрансннипроект», 2013.
- Виноградов, Г. П.** Выбор параметров и конструктивных схем грузовых вагонов / Г. П. Виноградов, Л. А. Коган, И. М. Трещалин // Труды ВНИИЖТ. – Вып. 189. – М. : Трансжелдориздат, 1960. – 191 с.

5 Нормы для расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колес 1520 мм (несамоходных). – М. : ГосНИИВ – ВНИИЖТ, 1996. – 319 с.

6 Вагоны. Основы конструирования и экспертизы технических решений : учеб. пособие для вузов ж.-д. транспорта / под ред. В. Н. Котуранова. – М. : Маршрут, 2005. – 490 с.

---

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

■ Филатов Евгений Анатольевич, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», старший преподаватель кафедры «Управление эксплуатационной работой и охрана труда».

УДК 656.21(476)

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ КАТЕГОРИРОВАНИЯ  
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ УЧАСТКОВ  
БЕЛОРУССКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ**

*Е. А. ФЕДОРОВ, О. А. ТЕРЕЩЕНКО, И. М. ЛИТВИНОВА, Ю. С. СИДОРОВИЧ  
УО «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель*

Категорирование железнодорожных участков осуществляется с целью приведения системы эксплуатации железнодорожной инфраструктуры Белорусской железной дороги в соответствие с уровнем значимости в национальной логистической системе и востребованности железнодорожных участков в процессе перевозок путем дифференциации железнодорожных участков по техническим и технологическим признакам.

Категории железнодорожным участкам присваиваются один раз в год на основе специально установленных плановых (прогнозных) показателей – признаков категорирования железнодорожных участков. Плановые (прогнозные) значения признаков категорирования железнодорожных участков устанавливаются на основе статистических данных за отчетный календарный год, скорректированных согласно действующим программам, планам, заданиям национального и отраслевого уровней.

В качестве критерия для определения категории железнодорожного участка выступает общий балл, вычисляемый суммированием баллов по отдельным, установленным разработанной системой категорирования, признакам для железнодорожных участков:

$$B_i = k_i^{np} \sum_j^n B_{ij},$$

где  $k_i^{np}$  – коэффициент использования провозной способности железнодорожного участка;  $n$  – общее число классификационных признаков железнодорожных участков;  $B_{ij}$  – количество баллов по каждому признаку категорирования железнодорожных участков.

В качестве признаков категорирования железнодорожных участков предлагаются общие размеры движения:

- на железнодорожном участке пассажирских поездов международных линий, межрегиональных линий бизнес-класса и региональных линий бизнес-класса суммарно в четном и нечетном направлениях. Значение показателя устанавливается из расчета 1,5 балла на один поезд;

- пассажирских поездов межрегиональных линий эконом-класса, региональных линий эконом-класса и городских линий на железнодорожном участке суммарно в четном и нечетном направлениях. Значение показателя устанавливается из расчета 1 балл на один поезд;

- на железнодорожном участке ускоренных контейнерных, контрейлерных поездов, следующих в межгосударственном сообщении, суммарно в четном и нечетном направлениях. Значение показателя устанавливается из расчета 1,5 балла на один поезд;

- грузовых поездов всех категорий на железнодорожном участке суммарно в четном и нечетном направлениях, за исключением ускоренных контейнерных, контрейлерных поездов, следующих в межгосударственном сообщении. Значение показателя устанавливается из расчета 1 балл на один поезд.

Кроме того, при категорировании учитывается коэффициент использования провозной способности железнодорожного участка, который характеризует удельную долю транспортной работы, приходящейся на железнодорожный участок, от общей величины данного показателя по Белорусской железной дороге.

В зависимости от интенсивности использования железнодорожные участки целесообразно подразделять на четыре категории.

Кроме категории железнодорожного участка в зависимости от структуры поездопотока предлагается три признака преимущественного назначения железнодорожных участков:

- 1) с преимущественным грузовым движением (Г);
- 2) со смешанным движением (С);
- 3) с преимущественным пассажирским движением (П).

На основании предлагаемой системы баллов установлены значения общего балла  $B_i$  для отнесения железнодорожного участка к соответствующей категории (таблица 1) и потребные скорости движения грузовых и пассажирских поездов (таблица 2).

**Таблица 1 – Значения общего балла для определения категории железнодорожного участка**

Значение общего балла $B_i$	Категория железнодорожного участка
100,0 и более	1
30,0 – 99,99	2
10,0 – 29,99	3
0,0 – 9,99	4

Таблица 2 – Значения потребной скорости движения поездов

Категория железнодорожного участка	Признак преимущественного назначения железнодорожного участка	Потребная скорость движения поездов, не менее, км/ч	
		грузовых	пассажирских
1	Г	90	120
	С	90	140
	П	90	140
2	Г	90	90
	С	80	100
	П	80	120
3	Г	60	60
	С	60	60
	П	60	60
4	Г	40	40
	С	40	40
	П	40	40

На основе результатов категорирования осуществляется разработка и реализация мероприятий по приведению сооружений, устройств и иных объектов инфраструктуры на железнодорожных участках к состоянию, обеспечивающему потребную скорость движения поездов на всем протяжении участка.

Таким образом, предлагаемая система категорирования железнодорожных участков позволяет установить параметры эксплуатации железнодорожных участков, определить потребные скорости движения грузовых и пассажирских поездов, произвести оценку реальной потребности в ресурсах на эксплуатацию железнодорожных участков и определить варианты дальнейшей эксплуатации и развития железнодорожных участков.

### Список литературы

1 СТП БЧ 15.256 – 2018 Железнодорожные участки. Категорирование. – Минск : Белорусская железная дорога, 2018.

2 О нормативах графика движения поездов на 2017/2018 год : утв. приказом Начальника БЧ от 07.12.2017 № 339Н.

3 Правила технической эксплуатации железной дороги в Республике Беларусь : утв. постановлением М-ва трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь от 25.11.2015 г. № 52.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

■ Федоров Евгений Александрович, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», заведующий кафедрой «Управление эксплуатационной работой и охрана труда»;

■ Терещенко Олег Анатольевич, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», старший преподаватель кафедры «Управление эксплуатационной работой и охрана труда»;

■ Литвинова Ирина Михайловна, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», старший преподаватель кафедры «Управление эксплуатационной работой и охрана труда»;

■ Сидорович Юрий Сергеевич, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», инженер НИЛ «Управление перевозочным процессом».

УДК 656.062

## **ПРИОРИТЕТЫ РАЗВИТИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

*В. Д. ЧИЖОНОК*

*УО «Белорусский национальный технический университет», г. Минск*

Логистическая система играет большую роль в социально-экономическом развитии любого государства. Необходимость экономического роста и социального прогресса требует соответствующего развития логистической системы страны. Для этих целей большинство государств проводит системную финансовую политику и экономические способствуют развитию данного вида деятельности. Не является исключением и Республика Беларусь (РБ), хотя возможности инвестиций в логистическую систему республики весьма ограничены. Поэтому нужно внимательно подходить к выбору направлений и мероприятий по ее развитию. Решение данной задачи возможно на основе последовательной реализации важнейших приоритетов в развитии транспортного комплекса РБ, сформулированных на основе обобщения мирового опыта транспортной деятельности, а именно:

- электрификация транспорта;
- развитие контейнерной транспортной системы;
- обновление и пополнение парка транспортных средств;
- развитие провозных возможностей транспортных коммуникаций;
- модернизация складского хозяйства на транспорте за счет реконструкции действующих и строительства новых складов класса А, а также внедрения современных погрузочно-разгрузочных средств и технологий учета товарно-материальных ценностей;
- создание системы современных транспортно-логистических центров общего пользования;
- развитие информационной системы на транспорте и создание единой общегосударственной системы резервирования и продажи билетов;
- совершенствование структуры управления транспортным комплексом республики;
- повышение эффективности внутреннего водного транспорта и формирование производственной базы белорусского морского перевозчика;
- совершенствование нормативной правовой базы транспортной деятельности.

В 2019–2020 годах в Республике Беларусь заканчивается строительство собственной атомной электростанции. Имея доступную и в достаточном объеме электроэнергию, необходимо к моменту пуска АЭС, определиться с потенциальными потребителями вырабатываемой ею энергии. Транспорт с полной уверенностью можно отнести к таким потребителям. Использование электроэнергии на транспорте позволит улучшить экологическую ситуацию, уменьшить зависимость РБ от поставок углеводородного сырья, увеличить скорость движения транспортных средств, сократить время поездки пассажиров и перевозки грузов, снизить себестоимость транспортной работы.

Перевозка грузов в контейнерах является весьма эффективной, так как значительно упрощаются перегрузочные операции с одного вида транспорта на другой. Именно поэтому контейнеры широко используются в зарубежных странах, в том числе в трансконтинентальном сообщении. Основным недостатком организации контейнерных перевозок в РБ является ориентация на перевозку грузов в универсальных контейнерах и неиспользование для расширения сферы контейнерных перевозок специализированных контейнеров. В специализированных контейнерах можно перевозить многие массовые грузы: нефтепродукты, удобрения, скоропортящиеся товары, зерно и другие сельскохозяйственные грузы, а также щебень, лесные и пр.

Важным приоритетом в развитии транспорта в Республике Беларусь является и должно быть в долгосрочной перспективе обновление и пополнение парка транспортных средств. На железнодорожном транспорте страны не хватает грузовых вагонов, а имеющийся парк является достаточно изношенным. Потребности в грузовых вагонах Белорусская железная дорога замещает вагонами иностранных государств, прежде всего России. Российские вагоны используются для перевозки нефтепродуктов с наших НПЗ, калийных удобрений и других грузов. Актуальной также является задача обновления и пополнения пассажирских транспортных средств.

Развитию провозных возможностей транспортных коммуникаций республики уделяется достаточное внимание. В Беларуси предусматривается соединение всех областных городов и города Минска четырехполосными автомобильными дорогами. Решение этой задачи позволит значительно увеличить провозные возможности автомобильного транспорта и повысить безопасность дорожного движения. Не меньшее внимание необходимо обращать на развитие провозных возможностей железнодорожного транспорта. Резервы провозных возможностей для грузопотока из Китая в Европу и обратно имеются, но их может быть недостаточно в перспективе.

Промышленные предприятия высокоразвитых государств, как правило, не имеют собственных складских помещений. Готовая продукция поступает на долгосрочное или кратковременное хранение на склады логистических центров, где продукция может дополнительно перерабатываться, упаковываться, затариваться, формироваться в партии по грузополучате-

лям и маркироваться. Большинство транспортно-экспедиционных предприятий РБ не выполняют и не могут выполнять подобные операции из-за отсутствия соответствующих площадей и оборудования. В связи с этим для формирования системы современных логистических центров целесообразно рассмотреть различные варианты их организации на базе существующих мощностей предприятий, а также складских помещений оптовых торговых баз посредством их реконструкции и модернизации. Однако существенное улучшение качественных характеристик логистической системы республики можно добиться лишь за счет нового строительства современных логистических центров, для чего необходимо разработать взаимоувязанный комплекс мероприятий и решить вопросы по их инвестиционному обеспечению. Для строительства и оснащения высокопроизводительных логистических центров целесообразно привлечь инвесторов из стран, располагающих опытом строительства и организации работы логистических центров.

На всех этапах развития логистической системы должна проводиться работа по совершенствованию информационного обеспечения участников логистической деятельности и развитию международного сотрудничества в этой области. Информационное обеспечение логистических процессов предполагает:

- организацию предварительного таможенного декларирования грузов и электронной передачи документов в пункты таможенного оформления;
- создание системы автоматизированной подготовки перевозочных документов и документов складского учета;
- предоставление информации участникам логистической деятельности об условиях перевозки грузов различными видами транспорта и о ходе перевозочного процесса.

Большого эффекта от реализации логистических принципов организации пассажирских перевозок можно добиться при разработке и внедрении единой общегосударственной системы резервирования и продажи билетов на все виды транспорта. Такая система поможет пассажиру не только выбрать рациональную схему перемещения, но и реализовать ее посредством предварительного приобретения необходимых проездных документов.

Назревшей проблемой является проблема совершенствования структуры управления транспортным комплексом республики. Она сохранилась практически в том же виде, в котором находилась во времена централизованного управления транспортом и слабого развития информационно-управляющих систем.

Серьезной проблемой является проблема повышения эффективности внутреннего водного транспорта республики. На речном транспорте перевозится в основном песок, который добывается со дна рек. Это означает, что отправителя у этого груза нет, а значит не должно быть товарно-транспортных накладных, по которым только и определяется объем транспортной работы. Получатель песка определяется на основании договоров на

поставку песка. Следовательно, речной транспорт, реализуя песок по договорам, скорее всего, относится к добывающей, а не к транспортной отрасли.

Эффективность перевозочного процесса и использования транспортных средств во многом зависит от нормативной правовой базы, регулирующей транспортную деятельность. Вместе с тем необходимо развивать организационно-правовой механизм, направленный на обеспечение системных организационных и юридических основ регламентации экономических отношений в области логистической деятельности в Беларуси.

Таким образом, реализация важнейших приоритетов совершенствования работы транспорта будет способствовать развитию в Республике Беларусь высокоэффективной логистической системы и значительно повысит за счет этого экономический потенциал государства.

---

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

■ Чижонко Василий Денисович, Минск, УО «Белорусский национальный технический университет», доцент кафедры «Транспортные системы и технологии», канд. техн. наук.

УДК 656.2(476)

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СТРУКТУРЫ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТОМ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

*В. Д. ЧИЖОНОК*

*УО «Белорусский национальный технический университет», г. Минск*

В настоящее время деятельность всех видов транспорта (кроме трубопроводного) координирует Министерство транспорта и коммуникаций Республики Беларусь. Выполненный анализ показывает, что серьезным недостатком существующей структуры управления транспортом является отсутствие реального разделения функций государственного и хозяйственного управления транспортной отраслью. Министерство транспорта и коммуникаций имеет в своем подчинении хозяйствующие субъекты и несет ответственность перед правительством за результаты их работы.

Вторым недостатком существующей структуры управления является недостаточная оперативность управления на Белорусской железной дороге. Основная причина данного положения состоит в высокой степени централизации управления, когда практически все решения в многоотраслевой системе железнодорожного транспорта принимаются на уровне руководства дороги. Результатом использования таких принципов управления является нарастание проблем в развитии и повышении эффективности работы железнодорожного транспорта республики. Так, перед Белорусской железной дорогой в настоящее время стоит задача пополнения и обновления вагонного парка. Несколько смягчить эту проблему можно было бы путем улучшения показателей использования грузовых

вагонов, снизив время их оборота с 4,3 суток до 2,0–3,0 суток за счет совершенствования технологии перевозочного процесса. Однако достижение такого показателя использования подвижного состава проблематично.

Одним из путей реального улучшения показателей использования вагонного парка является включение экономических рычагов воздействия на пользователей вагонами. В настоящее время основным собственником вагонов и предприятием, организующим их использование, является Белорусская железная дорога. Вследствие этого вся ответственность за эффективность использования подвижного состава возлагается на собственника вагонов, который не может воздействовать экономическими мерами на подведомственные предприятия, так как практически это приводит к перекладыванию средств из одного «кармана» в другой. Экономически воздействовать на грузоотправителей и грузополучателей Белорусская железная дорога может, взимая плату за хранение грузов в вагонах. Однако это влияние настолько слабое, что практически не приводит к снижению времени оборота вагонов. Таким образом, существующий механизм управления вагонным парком сформирован так, что обеспечивает средний простой вагона под одной грузовой операцией на уровне 39,0 часа, а время оборота грузового вагона – на уровне 4,3 суток. За оборот с вагоном, как правило, выполняется две грузовые операции и, следовательно, он простаивает при выполнении начально-конечных операций около 78 часов, что составляет 75 % общего времени оборота.

Для формирования реальных рычагов экономического воздействия на эффективность использования вагонного парка, а также учитывая опыт Российской Федерации, предлагается на базе Белорусской железной дороги образовать три самостоятельных субъекта хозяйствования:

а) предприятие по управлению перевозочным процессом на железнодорожных магистральных линиях РУП «Белжелдормагистраль»;

б) предприятие по организации пассажирских перевозок железнодорожным транспортом РУП «Белжелдорпассажи́рсервис»;

в) предприятие по оказанию транспортно-экспедиционных и логистических услуг РУП «Национальная транспортно-логистическая компания».

Предлагается, что РУП «Национальная транспортно-логистическая компания» будет образована на базе грузовых пунктов Белорусской железной дороги и крупных промышленных предприятий республики. В состав данной компании могут быть, при условии технико-экономического обоснования, включены государственные грузовые автотранспортные предприятия, а также на добровольной основе – предприятия частной формы собственности.

Для государственного регулирования деятельности данных предприятий рекомендуется образовать в Министерстве транспорта и коммуникаций департамент железнодорожного транспорта. Конкретный состав подведом-

ственных организаций предлагаемых предприятий должен быть определен в результате дополнительных исследований и обоснований.

Экономический механизм взаимодействия предлагаемых предприятий железнодорожного транспорта может быть сформирован, основываясь на том, что собственником вагонного парка будет перевозчик, т. е. предприятие по управлению перевозочным процессом на железнодорожных магистральных линиях РУП «Белжелдормагистраль». Данное предприятие на договорной основе будет сдавать в аренду в заявленном количестве подвижной состав РУП «Национальная транспортно-логистическая компания», грузоотправителям и грузополучателям, а также осуществлять перевозку грузов на магистральных линиях и осуществлять в необходимых случаях подачу вагонов на грузовые пункты собственными маневровыми локомотивами. Доходы от этих услуг будут являться источником для самофинансирования хозяйственной деятельности, при этом арендная плата за пользование вагонами должна быть установлена на уровне, стимулирующем эффективное их использование, а также приобретение собственного вагонного парка РУП «Национальная транспортно-логистическая компания», грузоотправителями и грузополучателями.

На Белорусской железной дороге в отличие от железных дорог Российской Федерации неоправданно длительное время ведутся работы по созданию на дорожном уровне Центра управления перевозками (ЦУП) с переводом в него всех поездных диспетчеров дороги. Введение нового ЦУП будет способствовать повышению эффективности перевозочного процесса и формированию интегрированной системы автоматизированного контроля поездной и грузовой работы. Вместе с тем, предлагается значительно расширить функции данного центра, дополнив их решением логистических задач по управлению грузовыми потоками (например, определение целесообразности отправления поездов с уменьшенным количеством вагонов и т.д.). Реализация вышеизложенных предложений создаст предпосылки для перевода железнодорожного транспорта республики на двухзвенную систему управления с координирующим органом в лице Министерства транспорта и коммуникаций.

Реформированию необходимо подвергнуть структуру управления автомобильным и городским пассажирским транспортом. Необходимость реформ в данной отрасли обуславливается:

- малочисленностью парка автотранспортных средств, находящихся в организациях, подведомственных Министерству транспорта и коммуникаций;
- отсутствием рычагов воздействия со стороны областных объединений автотранспорта на работу подведомственных организаций.

Основными направлениями реформирования структуры управления автомобильным и городским пассажирским транспортом можно рекомендовать:

- передачу по опыту г. Минска автобусных парков в коммунальную собственность городов;

– приватизацию и передачу акций грузовых автотранспортных предприятий их трудовым коллективам или РУП «Национальная транспортно-логистическая компания».

Реализация данных мероприятий позволит упразднить областные объединения автотранспорта и получить за счет этого значительный экономический эффект без снижения качества обслуживания пассажиров, промышленных и сельскохозяйственных предприятий.

Внутренний водный транспорт выполняет не более 1 % перевозок. Объем перевозок внутренним водным транспортом соответствует примерно работе трех, средней мощности, автотранспортных предприятий. В номенклатуре перевозимых грузов преобладают песок и песчано-гравийная смесь, щебень и каменный отсев. Фактически внутренний водный транспорт выполняет технологические перевозки для строительной отрасли республики. Учитывая данное обстоятельство, а также значительное влияние водного транспорта на экологию рек, необходимо провести технико-экономические обоснования по сужению сферы деятельности внутреннего водного транспорта. При этом представляется целесообразным рассмотреть вариант передачи мощностей речного транспорта в хозяйственное распоряжение предприятий строительной отрасли.

В случае реализации мероприятий по реформированию структуры управления транспортной отраслью представится возможность сократить расходы на аппарат управления, повысить оперативность управления и эффективность функционирования транспортного комплекса.

---

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

■ Чижонек Василий Денисович, г. Минск, УО «Белорусский национальный технический университет», доцент кафедры «Транспортные системы и технологии», канд. техн. наук.

УДК 656.2(476)

### **ЦЕЛЕВЫЕ ИНТЕРЕСЫ УЧАСТНИКОВ РЫНКА ВАГОНОВ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

*А. Ю. ШКРЫЛЬ*

*УО «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель*

Одним из участников перевозочного процесса является собственник подвижного состава (владелец вагонов) – субъект хозяйствования, который осуществляет свой бизнес за счет предоставления клиентам потребного для перевозки их грузов подвижного состава. Рынок собственников подвижного состава является развивающимся, и субъекты хозяйствования создают на транспортном

рынке необходимую конкуренцию. Оценка современной роли собственников вагонов (в т.ч. операторов подвижного состава) на транспортном рынке является актуальной, т.к. позволяет совершенствовать целевую модель развития на железнодорожном транспорте. Развитие рынка собственников вагонов (операторов подвижного состава) на транспортном рынке должно быть обосновано организационно, технически, технологически и экономически.

Выбор форм собственности и оперирования вагонным парком каждым участником перевозочного процесса на железнодорожном транспорте определяется его целевыми интересами в данном сегменте услуг, который реализуется в бизнес-модели компаний-операторов подвижного состава. Государственный регулятор должен оценивать синергетический эффект от развития структуры собственников на железнодорожном транспорте Республики Беларусь.

Для создания конкурентоспособных условий собственникам вагонов как внутри страны, так и за её пределами, эффективного обеспечения потребностей в перевозках грузов, необходимо определить операторскую деятельность как самостоятельный бизнес-процесс, учесть неопределённости и риски, а также спрогнозировать возможные пути развития данного сегмента услуг в различных условиях (прежде всего дефицита и профицита вагонов).

Целевые интересы каждого из участников рынка вагонов на железнодорожном транспорте устанавливаются на основе его социально-экономической функции и полномочиями, установленными в нормативно-правовых актах (НПА).

Государственные органы власти обеспечивают законодательное и нормативное обеспечение рынка операторских услуг и определяют макропараметры экономического развития железнодорожного транспорта, инвестиционной политики на рынке собственников вагонов, реализацию экономической поддержки перевозок грузов хозяйствующими субъектами.

Государственные контролирующие органы выполняют контрольно-надзорные функции в сфере оказания услуг по предоставлению вагонов для перевозок на железнодорожном транспорте, безопасности перевозок и обеспечивают соблюдение требований в соответствии с НПА, минимизируют издержки, связанные с нарушением НПА.

Перевозчики (в том числе национальный перевозчик) осуществляют организацию перевозок грузов и перемещение вагонов собственников на инфраструктуре железнодорожного транспорта и определяют целевые показатели в виде роста доходности от перевозок, снижения издержек, в т.ч. за счет эффективности использования подвижного состава и повышения его оборачиваемости.

Экспедиторские компании осуществляют коммерческую организацию перевозок, выстраивают цепочки взаимодействия грузовладельцев, перевозчиков и других и определяют целевые показатели в виде роста доходности оказания транспортно-экспедиторских услуг, снижения издержек, в т.ч. за счет снижения накладных затрат, и снижения потерь в грузовой и коммерческой сферах организации перевозки.

Владельцы и операторы подвижного состава (в том числе перевозчики, владеющие подвижным составом) предоставляют в пользование клиентам (грузоотправителям, перевозчикам и иным) подвижной состав, осуществляют оперирование подвижным составом и определяют целевые показатели в виде роста доходности от предоставления вагонов под перевозку, снижения издержек, в т.ч. за счет повышения эффективности использования подвижного состава.

Владельцы и операторы транспортной инфраструктуры предоставляют железнодорожную инфраструктуру для перемещение подвижного состава (с грузом или без) в организованных поездах перевозчиков, взаимодействуют с местами необщего пользования и определяют целевые показатели в виде роста доходности от перевозок по железнодорожной инфраструктуре, снижения издержек за счет повышения уровня использования инфраструктуры, снижения потерь времени при обслуживании на железнодорожных станциях и участках инфраструктуры.

Грузовладельцы, грузоотправители и грузополучатели используют услуги по предоставлению подвижного состава для перевозок грузов и определяют целевые показатели в виде снижения затрат на перевозку, ускорения перевозки, снижения потерь времени в процессе перевозок, обеспечения сохранности груза и безопасности в ходе перевозки.

Производители подвижного состава осуществляют производство и предоставление на рынок вагонов подвижного состава в соответствии с его потребностями и определяют целевые показатели в виде роста продаж, роста рынка перевозок для обеспечения развития производства.

Вагоноремонтные предприятия оказывают сервисные услуги и определяют целевые показатели в виде роста дохода от оказания услуг технического обслуживания и ремонта вагонов, снижения издержек от нарушений качества ремонта и обслуживания вагонов.

Транспортные общественные организации осуществляют социальную поддержку участников перевозочного процесса на рынке вагонов и представление (отстаивание) их интересов и определяют целевые показатели в виде обеспечения равноправных условий осуществления перевозок в соответствии с НПА и потребностями общества.

Научные организации осуществляют научно-техническую поддержку и разработку новых форм и методов управления перевозками, создания транспортно-логистических систем, организационных схем и технологий доставки грузов, перемещения вагонов по международным транспортным коридорам и определяют целевые показатели в виде внедрение новых разработок, обеспечивающих наилучшую эффективность транспортной деятельности участников перевозочного процесса.

Существующая модель управления вагонным парком на железнодорожном транспорте предполагает использование двух форм предоставления вагонов под перевозку:

– собственных вагонов, находящихся в распоряжении Белорусской железной дороги (железнодорожной администрации) и образующих инвентарный парк Белорусской железной дороги; кроме собственных вагонов Белорусская железная дорога может привлекать к перевозкам и инвентарный парк иных железнодорожных администраций, находящихся на инфраструктуре Белорусской железной дороги;

– собственных вагонов хозяйствующих субъектов (приватных вагонов), как резидентов Республики Беларусь, так и резидентов иных государств-участников Содружества, в том числе собственных вагонов грузоотправителей и грузополучателей.

Белорусская железная дорога как национальный перевозчик оперирует вагонным парком исходя из максимального обеспечения перевозки грузов, заявленных хозяйствующими субъектами. Привлечение дополнительных вагонов к перевозке Белорусская железная дорога осуществляет с учетом полного возмещения затрат на аренду привлеченных вагонов.

Владельцы вагонов, являющиеся резидентами Республики Беларусь, реализуют свою бизнес-модель по устойчивым грузоперевозкам, как правило, на основе долгосрочных договорных отношений. Грузоотправители и грузополучатели владеют вагонами с целью обеспечения устойчивой перевозки собственных грузов и снижения транспортных издержек, существенно влияющих на цену продукции.

Оценка целевых интересов участников рынка перевозок на железнодорожном транспорте позволяет определить направления инвестиционной политики в увеличение и обновление вагонного парка, а также формы и способы привлечения инвестиций.

### **Список литературы**

1 **Еловой, И. А.** Современные тенденции рынка железнодорожных грузовых перевозок : [моногр.] / И. А. Еловой, В. В. Ясинский, М. М. Колос. – Гомель : БелГУТ, 2010. – 210 с.

2 **Еловой, И. А.** Тарифное регулирование при доставке грузов в логистических цепях движения ресурсов (теория и методология расчетов) : [моногр.] / И. А. Еловой, Л. В. Осипенко. – Гомель : БелГУТ, 2017. – 377 с.

---

### **СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:**

■ Шкрыль Артем Юрьевич, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», аспирант, г. Минск, Национальное агентство инвестиций и приватизации, заместитель начальника отдела.

Научное издание

**ТИХОМИРОВСКИЕ ЧТЕНИЯ:  
ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА**

Материалы Международной научно-практической конференции

Редактор И. И. Эвентов

Технический редактор *В. Н. Кучерова*

Подписано в печать 27.12.2019. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>  
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать на ризографе.  
Усл. печ. л. 10,23. Уч.-изд. л. 11,05. Тираж 70 экз.  
Зак. № 4850. Изд. № 62.

Издатель и полиграфическое исполнение:  
Белорусский государственный университет транспорта:  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий

№ 1/361 от 13.06.2014

№ 2/104 от 01.04.2014

№ 3/1583 от 14.01.2017

Ул. Кирова, 34, 246653, Гомель



### **Тихомиров Иван Георгиевич**

(03.07.1906–15.02.1987) родился в г. Киеве. В 1926 окончил Киевский техникум НКПС и в 1928 – МИИТ, доктор технических наук (1955), профессор (1955), заслуженный деятель науки и техники БССР. Основатель белорусской научной школы эксплуатационников.

В БелИИЖТе с августа 1955 по февраль 1987 – профессор, заведующий кафедрой «Эксплуатация железных дорог», с 1969 – профессор, профессор-консультант этой же кафедры. Автор более 130 научных работ, в том числе монографий, учебников и учебных пособий.

Награжден орденами Ленина, «Знак Почета», двумя орденами Трудового Красного Знамени, семью медалями, двумя знаками «Почетному железнодорожнику», четырьмя Почетными грамотами Верховного Совета БССР.

ISBN 978-985-554-888-2

